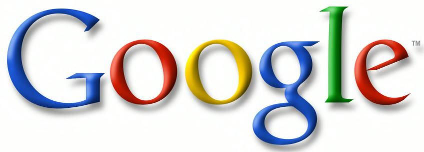
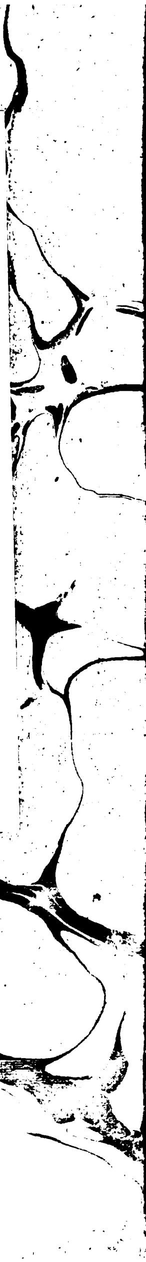
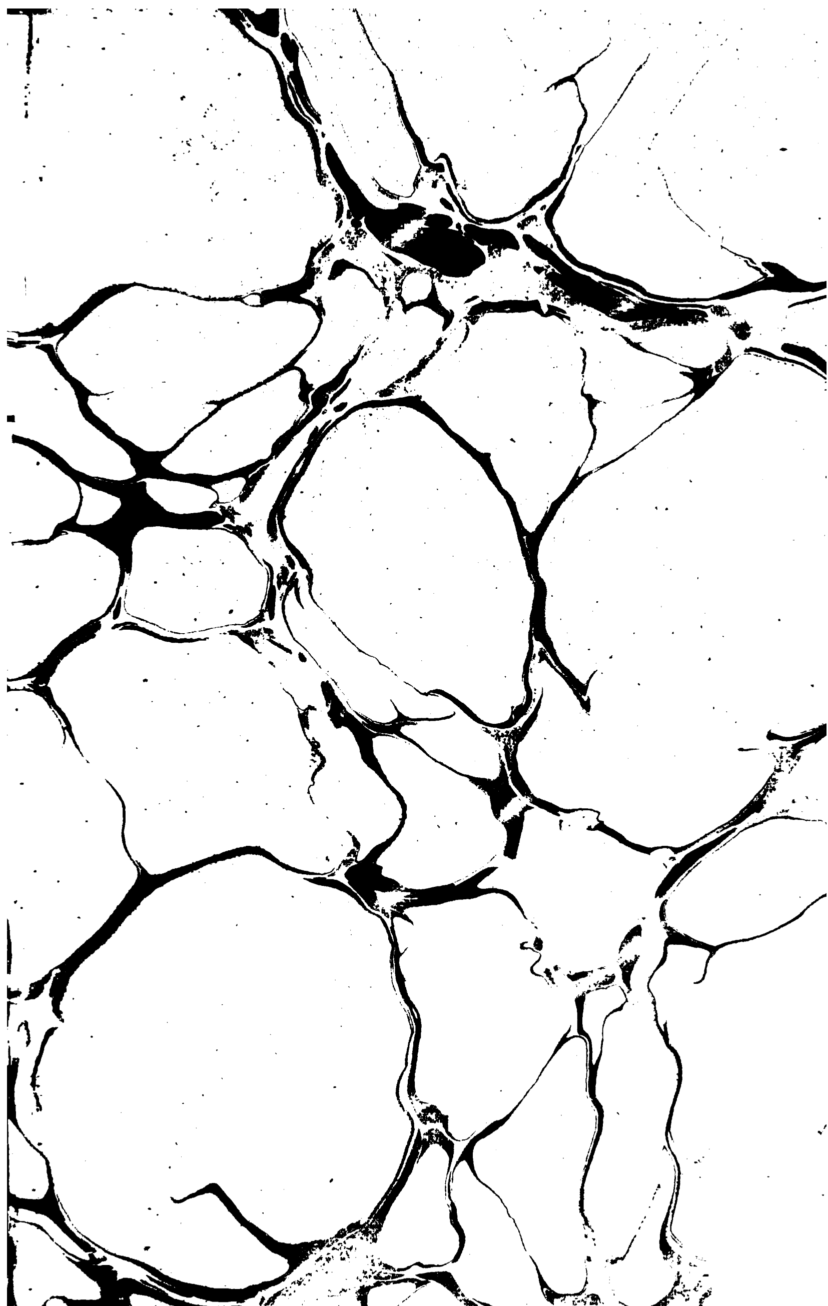

Google

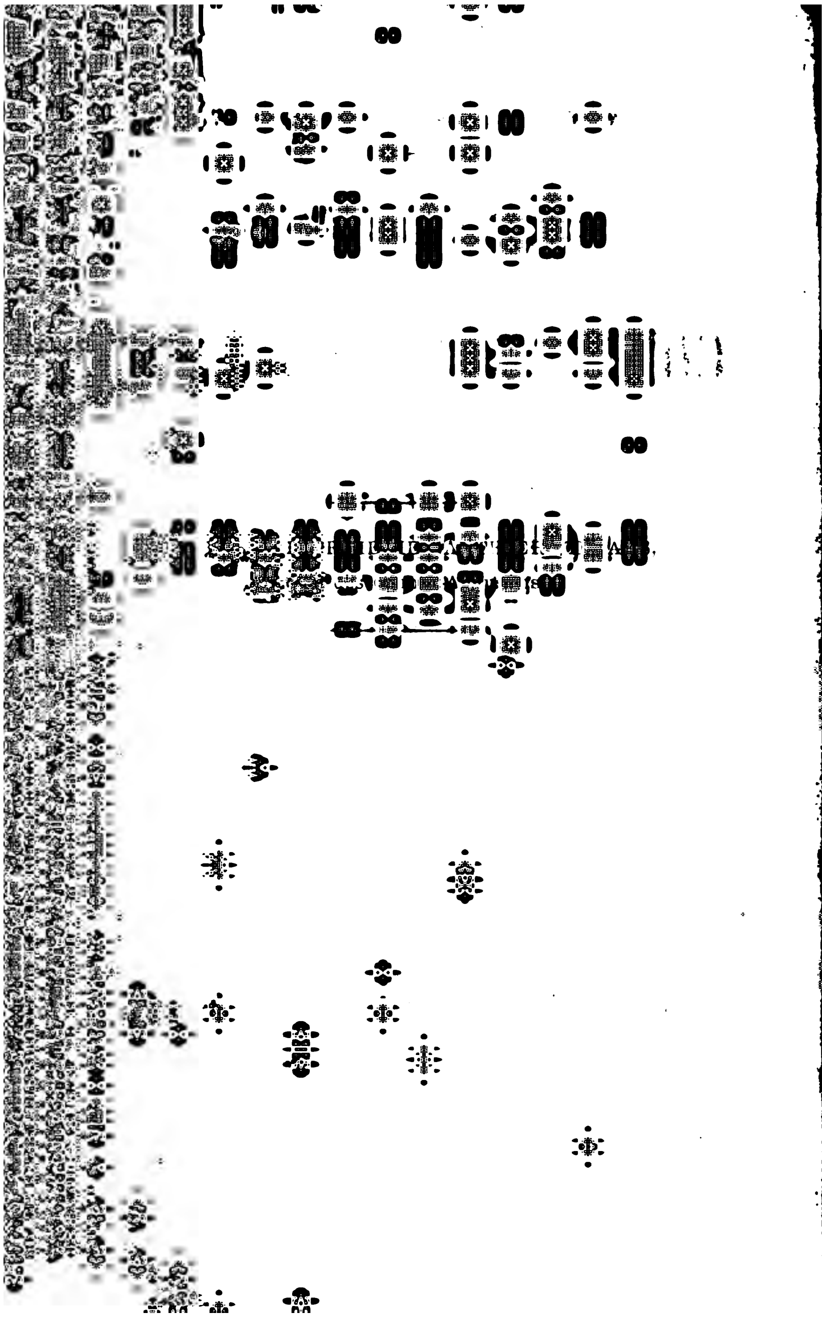








LES PROCÉDÉS
DE
COMMANDE A DISTANCE
AU MOYEN DE L'ÉLECTRICITÉ.



[illegible]

[illegible]

[illegible] NCE

[illegible] É,

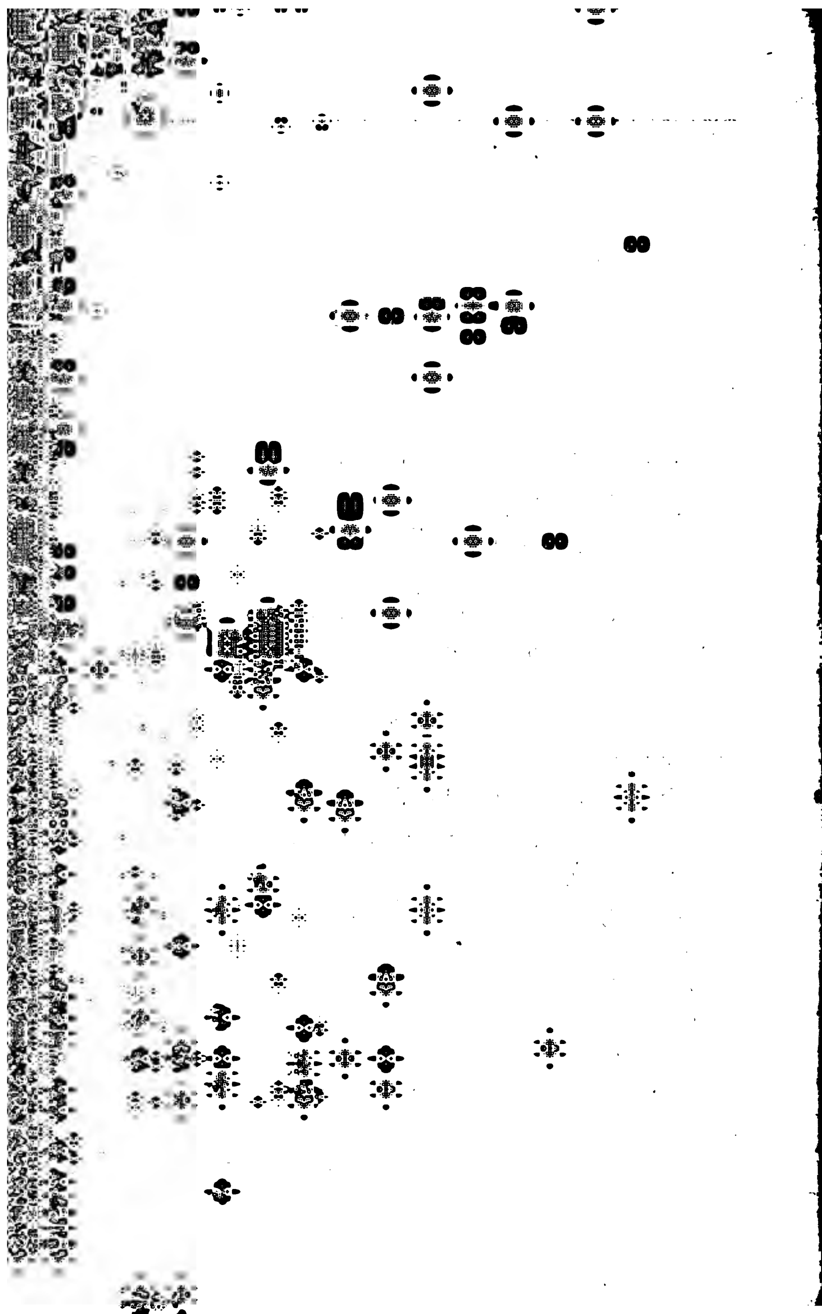
[illegible]

[illegible]

[illegible] AIRE,

[illegible]

[illegible]



AVANT-PROPOS.

Les appareils électriques de commande à distance ont pris depuis quelques années une extension énorme; leur commodité d'emploi et la facilité avec laquelle ils se prêtent à toutes les combinaisons ont contribué pour la plus grande part à leur introduction dans les installations électromécaniques modernes.

En dehors de la souplesse des moteurs électriques qui sont toujours prêts à fonctionner, et qui obéissent instantanément à l'action d'un transmetteur, l'avantage des appareils de commande à distance tient surtout à la facilité d'installation et de protection des canalisations électriques, dont les dimensions et l'encombrement sont toujours moindres que ceux d'une canalisation d'eau, de vapeur ou d'air comprimé : aussi ont-ils détrôné rapidement tous les appareils hydrauliques, toujours si délicats à entretenir et à protéger et toujours si difficiles à réparer en cas d'avarie.

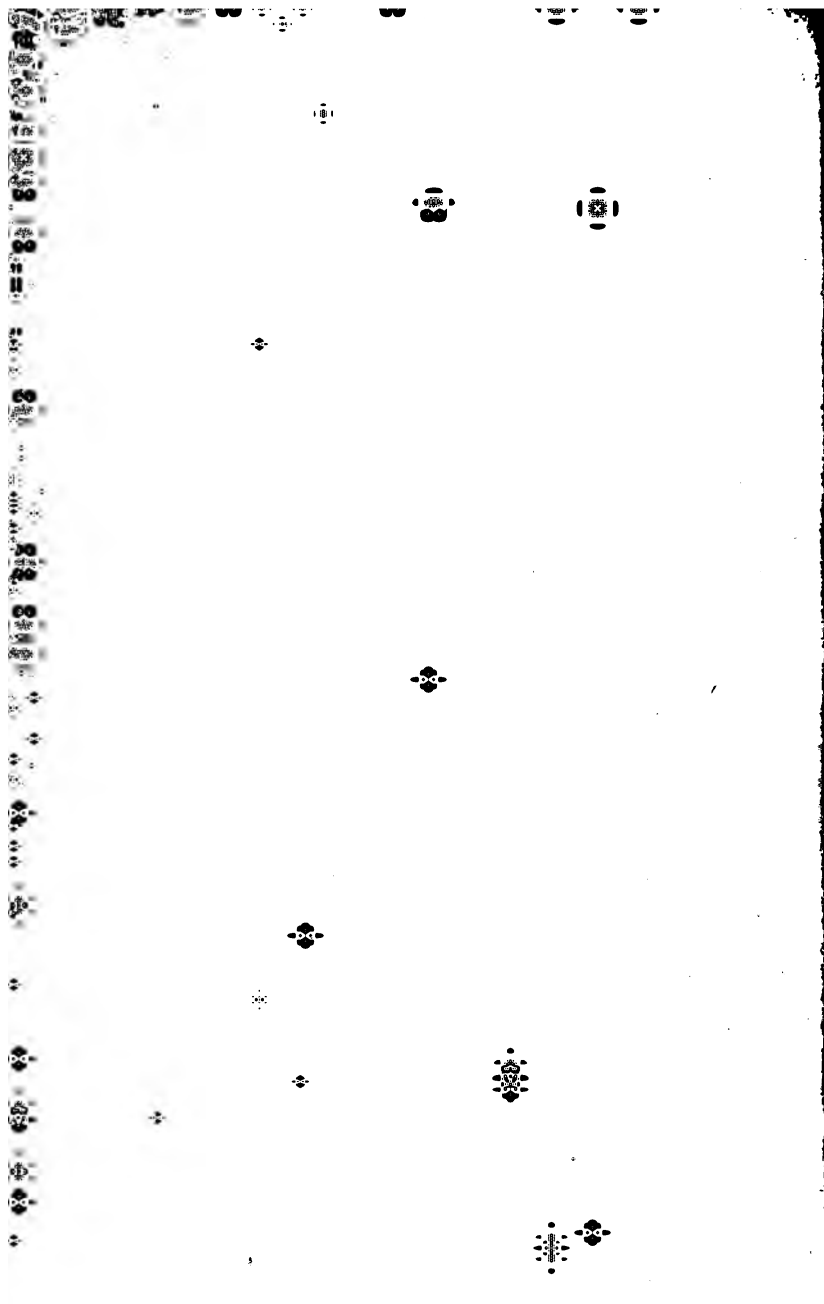
[illegible] nt dans
[illegible] l'adop-
[illegible] pour la
[illegible] eils de
[illegible] emploi
[illegible] la ma-
[illegible] pour le
[illegible] pour le
[illegible] stance
[illegible] ; dans
[illegible] c.

[illegible] détails
[illegible] diffé-
[illegible] rocédés
[illegible] des cas
[illegible]

[illegible] -mêmes
[illegible] eils ser-
[illegible] des élec-
[illegible] nent sur
[illegible] sement
[illegible] male des
[illegible] nique :
[illegible] le d'in-
[illegible]

[illegible] ma des
[illegible] étudié,

[illegible] on,
[illegible] qu'ils
[illegible] édé,
[illegible] er-
[illegible] dé-
[illegible]



LES PROCÉDÉS
DE
COMMANDE A DISTANCE
AU MOYEN DE L'ÉLECTRICITÉ.

INTRODUCTION.

Considéré dans toute sa généralité, le problème de la commande à distance peut s'énoncer comme il suit :

Communiquer à l'organe ultime d'un appareil récepteur un mouvement dont la grandeur, la direction et le sens soient une fonction définie du mouvement de l'organe de commande d'un appareil transmetteur; ce dernier appareil étant à une distance du premier telle, qu'il soit impossible de relier les deux organes meneur et mené par une transmission mécanique.

Cette condition étant réalisée, nous dirons que les deux organes meneur et mené sont parallèles. Cette expression de *parallélisme* s'appliquant aussi bien aux positions respectives de deux organes recti-

ouvant
n gran-
e deux
blables,
ariot à
valeurs
liés par
onques.
d'*appa-*
fois au

quefois

a suite

tel que
du dans
cas très
ètement
mmande,
ents du
on peut

dans la
ssement
inutile,
par le

naux, le
écepteur
es appa-

reils de commande des machines de levage et de traction, le nombre des mouvements à exécuter peut ne pas dépasser 3.

Soit :

La marche en avant ;

La marche en arrière ;

L'arrêt.

On pourrait ainsi classer les appareils de commande à distance d'après le nombre des mouvements demandés au télérécepteur, mais cette classification nous exposerait forcément à des redites, l'adjonction d'un faible mécanisme pouvant bien souvent changer complètement le but et l'emploi d'un appareil.

Nous classerons donc les appareils de commande à distance comme il suit, d'après les procédés employés :

1° Appareils à commande directe ;

2° Appareils à relais ;

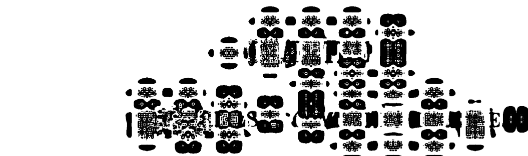
3° Appareils à champ tournant ;

4° Appareils basés sur l'emploi du pont de Wheatstone et des résistances ;

5° Appareils basés sur l'emploi de l'étincelle d'induction ;

6° Appareils à échappement ;

7° Appareils basés sur l'emploi des ondes hertziennes.



… mmande … propriétés … briève- … aux sur … courant … ons tout

… nu.

… risent la … se et son … quantités … ne. … fet Joule, … lant :

… ux balais;

élec-

la
ver-

rant

faut
le

agir
d'ar-

mode
on

amo

[illegible] lateurs

[illegible] océdés, [illegible] s com- [illegible] nt l'in- [illegible] ensions [illegible] d'autre [illegible] car la [illegible] le.

[illegible] tion de [illegible] ducteur [illegible] circuit [illegible] ployée [illegible] ujours [illegible] cuits à [illegible]

[illegible] re mé- [illegible] r et la [illegible] uit; en [illegible] yen de [illegible] nise en [illegible] eur sur [illegible] istance [illegible]

[illegible] — Les [illegible] façons:

[illegible]

avec
donc
st-à-

mar-

ction
ntre
er la

près
uelle

dé-
r un
t ne
t par
nt le
-dire

ments

deux
cons-
rage,
ents.

tis. —
verser
cou-

[illegible], mais
[illegible]
[illegible] pourant
[illegible] l'extra-
[illegible] verrons
[illegible] système
[illegible] induc-
[illegible] deux
[illegible] suivant le

[illegible] l'incli-
[illegible] vertie,
[illegible] balais
[illegible] les

[illegible] -t-on
[illegible] fonc-
[illegible] dans le

[illegible] assez
[illegible] reil, on
[illegible] fixés
[illegible] rie des
[illegible] le pour
[illegible] deux sens
[illegible]

[illegible] également
[illegible], il est
[illegible] inva-
[illegible] complète-
[illegible] des
[illegible] arrêts

et aux changements de marche, et la durée du collecteur est forcément réduite.

Arrêt brusque d'un électromoteur. — Une propriété capitale des électromoteurs shunt tient à la facilité de leur arrêt brusque obtenu par la mise en court-circuit de l'induit par la réunion des balais par un conducteur de faible résistance, tout en conservant l'excitation dans les inducteurs.

L'induit, ne recevant plus de courant et continuant à tourner entre les pôles de l'inducteur, s'arrête brusquement par suite des courants d'induction qui se développent dans sa masse et qui s'opposent à son mouvement.

II. — Appareils à commande directe à distance.

Les appareils que nous appellerons à commande directe sont ceux dans lesquels la liaison entre le transmetteur et le télérécepteur ne comporte aucun électro-aimant relais interposé.

Tout le courant nécessaire à la marche de l'électromoteur traverse donc l'appareil de commande, dont la robustesse doit être plus grande et l'organisation générale plus soignée que dans le cas des mécanismes avec relais.

Dans cette classe d'appareils nous décrirons successivement :

1° Deux contrôleurs de la Compagnie générale de constructions électriques, l'un sans soufflage ma-

gnétique des étincelles de rupture, l'autre avec soufflage ;

2° Un appareil de commande pour ponts roulants, de la maison Sautter-Harlé ;

3° Un contrôleur du système Canet et Hillairet, dont l'application a été faite à la commande des canons ;

4° Un appareil de commande pour machine à gouverner, système Sautter-Harlé et Marit ;

5° Une jonction télémotrice, système Dunlop-Williamson ;

6° Un appareil de commande, système Lutz.

III. — Contrôleur de la Compagnie générale de constructions électriques.

A. *Appareil sans soufflage magnétique.* — Nous décrirons un contrôleur pour moteur-série avec marche dans les deux sens, à quatre vitesses dans chaque sens.

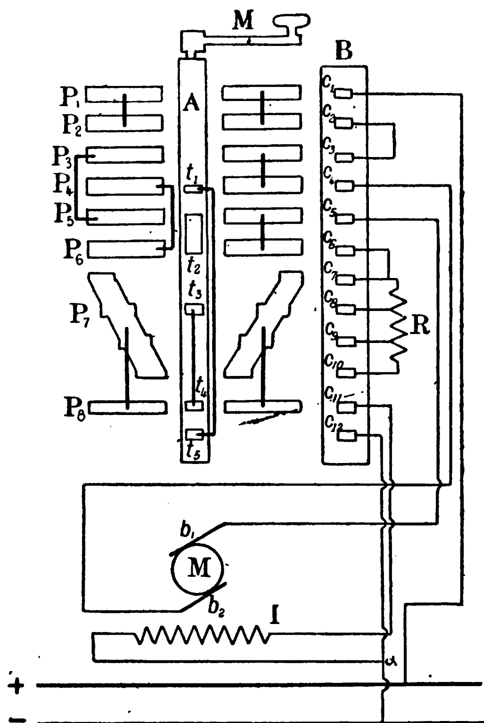
L'appareil comprend un axe A en acier compris entre deux plaques de fonte et qui peut tourner sous l'action de la manivelle M (*fig.* 1).

Sur cet axe est enfilé d'abord un tube isolant en amiante comprimé et, par-dessus ce tube, on vient fixer une série de plaques P de tôle d'acier séparées par des feuilles d'amiante, et sur lesquelles frottent une série de touches c_1, c_2, ..., c_{12}.

La figure 1 donne le montage des diverses connexions et des divers circuits que nous allons suivre successivement.

Dans la position d'arrêt, les touches portées par

Fig. 1.



l'axe sont en contact avec les touches *c* portées par la barre B.

Supposons que l'on fasse tourner légèrement l'axe A.

Le circuit est le suivant :

[illegible] P_1 —
[illegible] P_3 —
[illegible] M —
[illegible] P_6 —
[illegible] P_7 et
[illegible]) du

[illegible] c'est
[illegible] nt en
[illegible] ce R
[illegible] aug-

[illegible] ns sa
[illegible] est le

[illegible] le de
[illegible] r I —
[illegible]

[illegible] par la
[illegible] emier
[illegible]

[illegible] il est
[illegible] t par
[illegible] ans I;
[illegible]

[illegible] appa-
[illegible] Cha-
[illegible] série
[illegible] té des
[illegible] es au
[illegible] ut est
[illegible] e gar-

a tous
ces
d'une

ns cet
p ma-
et axe

socle
en fer
Sur cet
orment
ent se
ouches
es sont
sées en

fer très
age est

ufflage
moteur
comme

ques P_1
touche
he c_4 —
touche
ro E de

) du

n α_2.

deux

touche c_9

— touches t_4 et t_2 — touche c_4 — balai b_2 —.

L'induit est donc mis en court-circuit sur une partie de la résistance, tandis que le courant n'est pas coupé dans l'inducteur dont le circuit est maintenant :

Barre (+) — touche c_1 — touche t_1 — touche c_2 — α_1 — inducteur I — α_2 — barre (—).

On peut remarquer que dans ces appareils, comme dans la plupart des appareils similaires sans relais du reste, le courant n'est pas coupé à l'arrêt dans l'inducteur quand il devient inutile, c'est-à-dire quand le freinage s'est produit ; le courant traverse donc continuellement l'inducteur : c'est là un inconvénient pour la bonne conservation des appareils et une dépense d'énergie inutile. Il est difficile malheureusement d'éviter cet inconvénient sans compliquer beaucoup les mécanismes, car il est de toute nécessité que l'inducteur soit excité avant de lancer le courant dans l'induit. On est alors conduit à des dispositifs qui doivent entrer en ligne successivement et dont l'installation est forcément délicate.

IV. — Appareil de commande pour ponts roulants. Système Sautter-Harlé.

Nous supposerons que la dynamo à commander est une dynamo compound, comme c'est le cas dans tous ces appareils de levage.

L'appareil de commande comprend une manivelle que l'on entraîne à la main sur une série de plots


...ue est
...prendra

+ –


...rnes (+)
...shunt du
...pareil de

La barre (—) du réseau est reliée à la borne (—) de l'enroulement shunt et avec l'axe de l'appareil de commande.

Le courant passe donc continuellement dans l'enroulement shunt.

La borne (—) de l'enroulement série est reliée au plot a_1 de l'appareil.

Les deux extrémités du fil induit sont reliées aux deux circulaires c_1 et c_2 de l'appareil de commande, ainsi qu'aux deux plots p_1 et p_2 qui permettent de mettre l'induit en court-circuit au moyen d'un dispositif qui sera décrit plus loin.

Cette mise en court-circuit se produit lorsque la manette est dans la position d'arrêt, c'est-à-dire dans la position verticale.

Les plots (1, 1′—2, 2′—3, 3′) sont réunis entre eux et aux différentes spires du rhéostat R.

Fonctionnement de l'appareil. — Supposons que l'on tourne la manivelle de commande à droite et qu'on l'amène sur le plot 1.

Le circuit est alors le suivant :

Barre (+) du réseau — borne (+) de l'enroulement série — borne (—) de cet enroulement — rhéostat R — plot 1′ — plot 1 — circulaire c_2 — borne p_2 — induit — borne p_1 — circulaire c_1 — axe de l'appareil — barre (—) du réseau.

Le moteur se met donc à tourner avec la vitesse la plus faible.

Si l'on continue à déplacer la manivelle vers la droite, en la plaçant successivement sur les plots 2 et 3, on diminue progressivement la résistance inter-

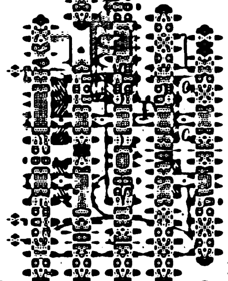
mente.
t série
vitesse

vivant :
e c_2 —
— axe

auche,
verse,

e dans
vement
éostat.
moteur
nous

portant



t conti-
rme de

came portée par la manivelle de l'appareil de commande.

Sur l'axe A est fixée une pièce transversale P portant deux charbons c_1 et c_2.

Suivant la position de la manivelle, les charbons prennent appui sur les charbons supérieurs c_5 et c_6 ou sur les charbons inférieurs c_3 et c_4.

La rupture des courants n'a donc toujours lieu que sur des charbons faciles à remplacer quand ils sont détériorés : c'est du reste le principe admis dans tous les appareils de la maison Sautter-Harlé.

Les charbons c_5 et c_6 sont réunis aux deux balais de l'induit moteur.

Quand la manette est verticale la pièce c est soulevée et l'induit est mis en court-circuit sur la résistance R (*fig.* 3) par l'intermédiaire de la pièce P.

Les charbons c_3 et c_4 sont intercalés sur le circuit d'alimentation avant l'un des plots p_1 et p_2. En temps ordinaire, ce circuit est fermé par la pièce P ; lorsque la manette est redressée et que l'induit est mis en court-circuit, la pièce P se relève et l'étincelle de rupture du circuit d'alimentation se produit entre les charbons c_1 et c_2 et les charbons c_3 et c_4.

V. — Contrôleur Système Canet et Hillairet.

Le contrôleur électrique de MM. Canet et Hillairet a pour but de commander ou contrôler à distance les mouvements des manœuvres d'organes quelconques actionnés par l'électricité.

L'appareil comprend :

[illegible] lle N
[illegible] emble

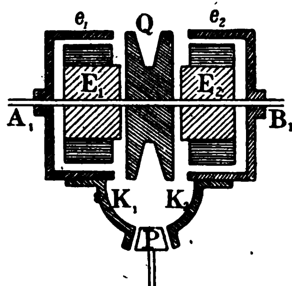
[illegible] place
[illegible] tte m_2

[illegible] prend
[illegible] n con-
[illegible] s aux
[illegible] costat,

Au-dessous du commutateur-inverseur se trouve l'embrayage électromagnétique (*fig.* 7), dont l'axe horizontal A_1B_1 reçoit son mouvement de l'arbre A par l'intermédiaire des deux secteurs dentés S_1 et S_2.

L'embrayage électromagnétique comprend deux électro-aimants E_1 et E_2 fixés sur l'arbre A_1 B_1 et qui

Fig. 7.



sont renfermés dans des enveloppes e_1 et e_2 folles sur l'arbre. L'armature Q est de son côté clavetée sur l'arbre : elle peut donc glisser sur lui, et des ressorts la maintiennent éloignée des deux électros.

Chaque enveloppe porte un secteur denté K_1 et K_2 (*fig.* 7 et 8); ces deux secteurs engrènent tous deux avec un pignon P.

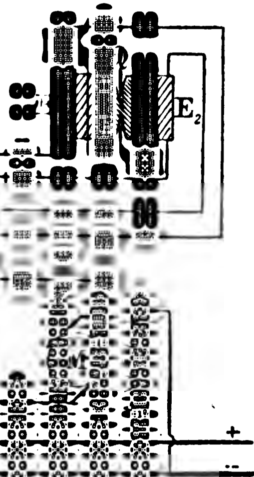
Enfin l'armature Q porte deux dents qui pénètrent dans des encoches de e_1 ou de e_2 suivant qu'elle est attirée dans un sens ou dans l'autre; déterminant ainsi la liaison de l'arbre A_1 B_1 avec l'arbre A_2 portant le pignon P, par l'intermédiaire des secteurs portés par les enveloppes.

Au-dessous de l'embrayage est disposé le rhéostat

[illegible] el se
[illegible] diane

[illegible]

[illegible] deux
[illegible] dont
[illegible] z_1 et



ommu-
).
ais du
l'ermé-
autres
soit en
par le
squ'on
ar l'in-
s élec-
et une
ndante
C_2 se
oyer le
velle N
S_2, qui
aire de
le pi-
ouches
s dans
mesure
me les
mise en
e sans

à-coup quelle que soit la brusquerie des impulsions reçues par la manivelle.

Inversement, l'arrêt du moteur, provoqué par le retour de la manivelle au zéro, ne se produit qu'après que le moteur a parcouru la même gamme de vitesses que précédemment, aussi l'arrêt n'est-il jamais brusque.

Si l'on ramène la manivelle au zéro, c'est-à-dire le commutateur d'arrêt sur la touche a_1, le courant est coupé dans les électros du débrayeur dont l'armature est rappelée par son ressort; le spiral du porte-balais ramène celui-ci sur la touche neutre du collecteur du rhéostat, en même temps que le bras F_2 réunit les deux contacts z_1 et z_2.

Le moteur est donc mis en court-circuit et s'arrête immédiatement.

Le retour de la manivelle au zéro en mettant le moteur en court-circuit permet d'éviter tout mouvement de lancé malgré l'impulsion que peut avoir la masse tournante de l'organe mené, comme dans le cas d'une tourelle de navire par exemple.

Enfin, le moteur étant lancé à une vitesse quelconque, si l'on abandonne la manivelle, l'organe mené continue son mouvement jusqu'au moment où il rencontre une des butées t_1 ou t_2, il coupe alors automatiquement le courant dans le circuit des électros de l'embrayeur, produisant la mise en court-circuit et, par suite, l'arrêt du moteur, comme il a été dit précédemment.

Pour embrayer de nouveau, il suffit de ramener la manivelle au zéro, fermant ainsi le circuit de l'électro correspondant à la seconde butée et tout est disposé

... ent qui

... le, car
... n'a pas

... r ma-
... arlé et

... tromo-
... ail, par
... rganes
... rrêt de
... servo-

... lui que
... vre des

... électro-

... ique de

... ntre les
... induit,

... n de la

[illegible] par suite
[illegible]
[illegible] vers B,
[illegible] era en B,
[illegible]
[illegible] jouer le
[illegible] ur et au
[illegible]
[illegible] quement,
[illegible] ontraire,
[illegible] moteur à
[illegible] tir l'élec-
[illegible]
[illegible] moteur
[illegible] maxima.
[illegible] arbre du
[illegible] dont les
[illegible] iquement
[illegible] e l'induit
[illegible] xima.
[illegible] induit, il
[illegible] se trouve
[illegible] é dans le
[illegible] R_2 égale
[illegible] r un con-
[illegible]
[illegible] omprend
[illegible] is sur les
[illegible] réunie à
[illegible] ation est
[illegible]
[illegible] r un com-

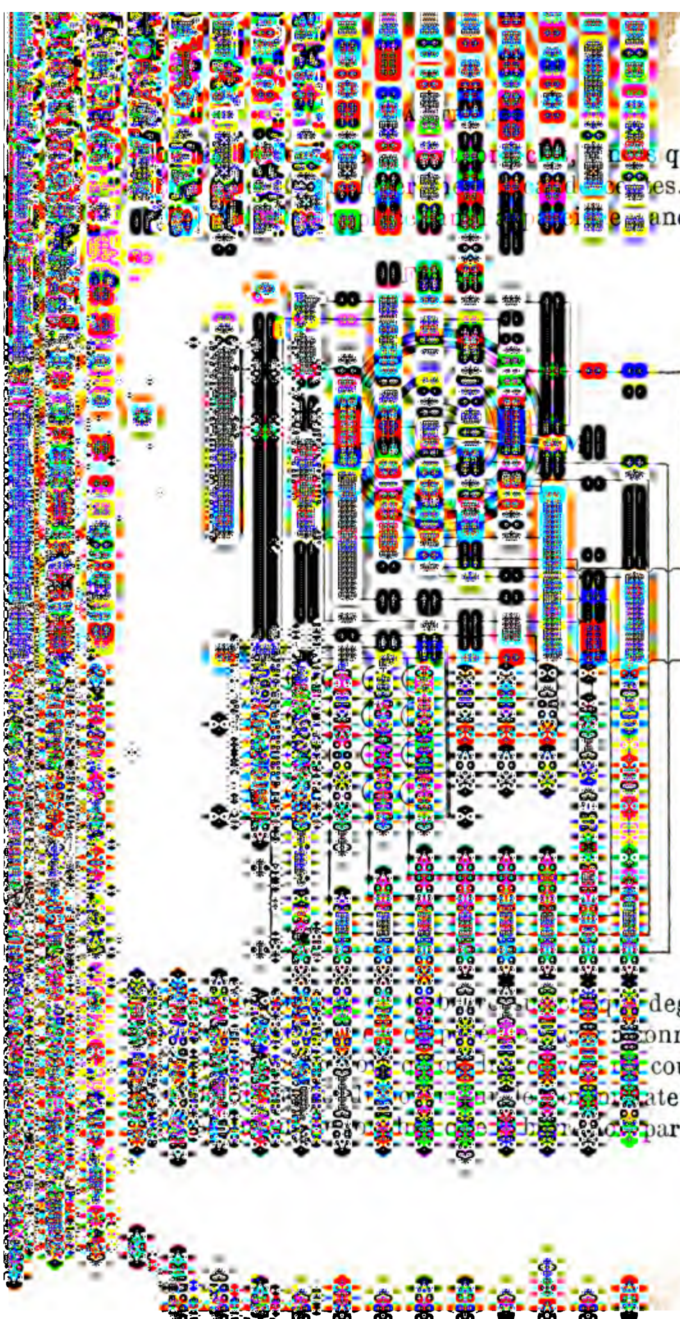
est
but
du
le

e la

en-
en-

mu-
neuf
isa-
plu-
être

que les
es.
anœuvre



degré : à
onner un
courant;
ateur des
parcourir

ar le
e un

onté
à un
came

sans

por-
gradua-
de

nt, de
on M

N' qui

tionne-

n de la

4;

t 6;

3;

t 8.

mprend

hes.

plateau

séparés

Fig.

P'

ches du

électro-

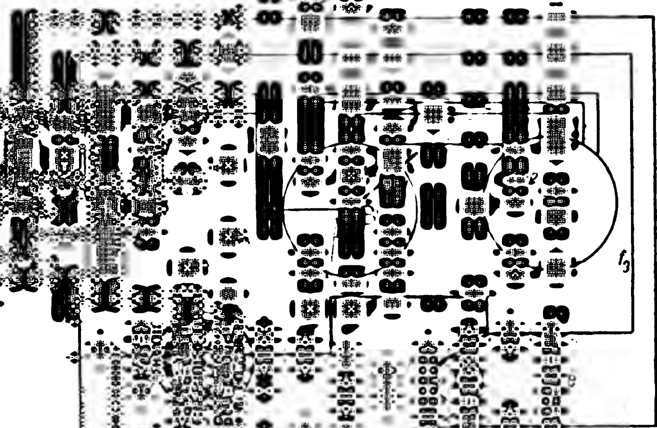
renages

mené

pla-

sont

le



du

place

raîne

13) le

cet

exemple

[illegible] e 4, tra-
[illegible] a borne
[illegible] P — le
[illegible] he 142.
[illegible] e n° 142
[illegible] du pla-
[illegible] lacé au-
[illegible] dans le
[illegible] b' et re-
[illegible] 5 — la

[illegible] traînant

[illegible] aîne le
[illegible] ment S_1
[illegible] oupe le
[illegible] le fil f_5
[illegible] ctroma-
[illegible] teur en

[illegible] tion qui
[illegible] mené et

[illegible] eur en
[illegible] courant

[illegible] fil f' —
[illegible] 144 (par
[illegible] 144 du
[illegible] lai b' —
[illegible] èce a —

con-
as BB′

ur de

d'une
omme

vive-

sur la

astrée
ontact

seg-
nule sur

nction
électro-
Cette
a une
mené.
la pra-
ur mis
cision,
étique,
nt pas
s lors-
st donc
moteur

n, nous
on per-
du gou-

tage de
istribu-

c'est-à-
ur des
vec lui
chon de
e façon
imitive
dire au

bre de

z.

uvre
uvre
dire

mbre
. 19).

arma-
ge du
ma-
es du
cette

roduit

[illegible] le cir-
[illegible]
[illegible] au mo-
[illegible] ette de
[illegible] bobine
[illegible] temps
[illegible] par la
[illegible] roduit
[illegible]

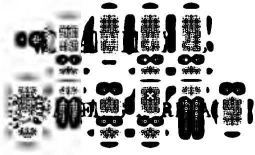
[illegible] nts de
[illegible] ité du
[illegible]











dans
t les
uand
écep-
ccep-
s fils
alors
ans le

urants
ement
à fils
porte
ction

suc-

x avec

fre et
pres-

[illegible]

[illegible] ie avec [illegible] namo-

[illegible] é, sys-

[illegible] is, l'un [illegible] sseurs [illegible] relais

[illegible] éciale- [illegible] Maison

[illegible] tateur [illegible] s; [illegible] cteurs

[illegible] s et un [illegible] autter-

[illegible] ystème

[illegible] oux.

[illegible] eur de [illegible] ots cir- [illegible] rection

[illegible] erticale [illegible] erse AB

... act à

... tions
... cou-
... ablir,

... néces-
... moteur.

... ture à

... nt les
... lectro-
... er au

... s que
... posi-
... che en

[illegible] sur la

[illegible] eur —

[illegible] barre (—)

[illegible] mier.

[illegible] duit M

[illegible] stat C

[illegible] t M —

[illegible] e Q du

[illegible] régu-

[illegible] égula-

[illegible] qui est

[illegible] sortie

[illegible] elle-ci

[illegible] si mis

[illegible] eur, on

[illegible] a bar-

[illegible] es con-

[illegible] noïde S

[illegible] ève et

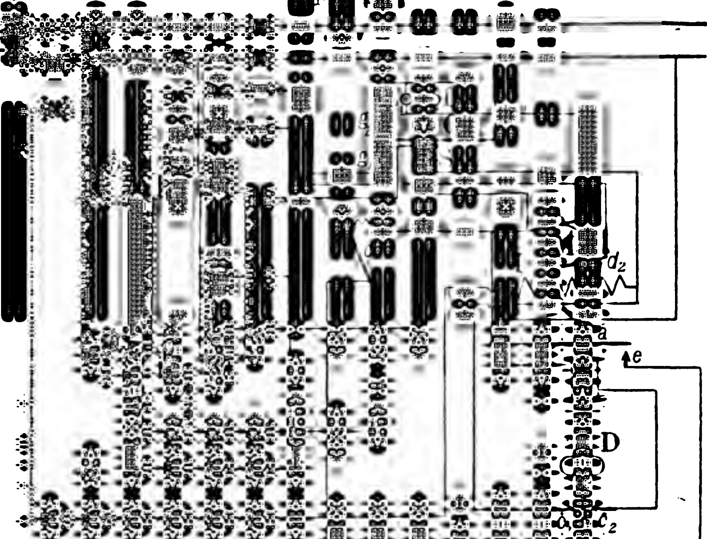
[illegible] insi le

[illegible] L_2 qui

[illegible] nt.

... l'in-

... stant
... nant,
... nue à



... l'en-

... nduc-
... ourt-
... arrêt,
... ce de
... posée

mment
et le
t alors

amenée

— bar-

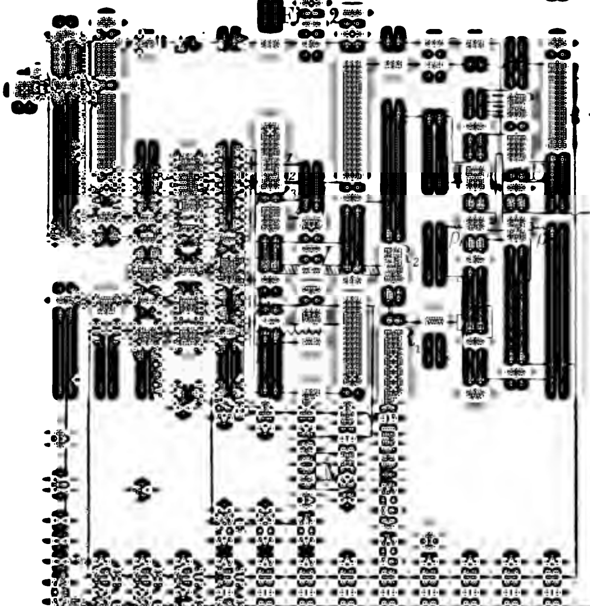
balai d_2
te b_6 —
(—).
nouve-

distri-

formant
en d'un
le com-

parties
ui s'ap-
dans

dynamo
R_1 et R_2



[illegible] ons de

[illegible] barres
[illegible] par la
[illegible] ement.
[illegible] ple, on
[illegible] E_1 qui

[illegible] ferme
[illegible] par le

[illegible] arre c_2
[illegible] arre c_1

[illegible] raînant

[illegible] gauche

[illegible] teurs F_2
[illegible] bord la
[illegible] circuit

[illegible] r_1, le
[illegible] retour
[illegible] eure du

[illegible] comme
[illegible] :
[illegible] otteur f_1

[illegible] c'est l'é-

L'appui sur les boutons b_1 et b_2 produit donc la mise en marche du moteur M dans un sens ou dans l'autre, avec une vitesse d'autant plus grande que la pression sur le bouton est plus longue, sans que cette vitesse puisse toutefois dépasser un maximum déterminé à l'avance.

Pendant que le moteur est en marche dans un sens, si l'on appuie sur l'autre bouton, le bras B se déplace dans le sens contraire du mouvement précédent; le moteur M ralentit donc, puis s'arrête et repart dans l'autre sens.

De plus, si, le bras B étant parvenu sur la barre 4, on appuie sur le bouton b_3, on actionne l'électro E_2 par le frotteur f_4, le servomoteur tourne en sens contraire, ramenant le bras vers la position moyenne, jusqu'au moment où, ce bras ayant dépassé la barre 4, le circuit de b_3 est coupé et le servomoteur s'arrête, fixant le bras B. Mais, à ce moment, ce bras B est sur la première touche du rhéostat et le mouvement du moteur M se continue avec une vitesse ralentie.

Enfin, si l'on appuie sur le bouton b_4, on actionne de nouveau l'électro E_2 par le frotteur f_4, le servomoteur ramène le bras B vers sa position moyenne.

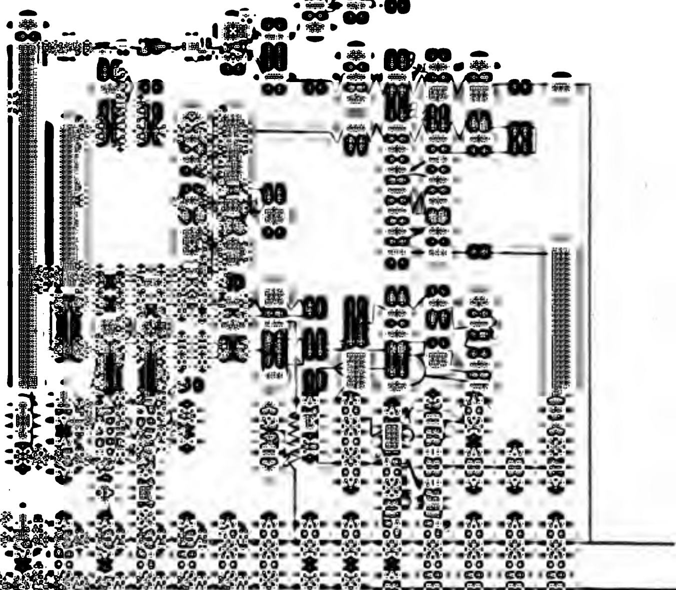
Quand le frotteur f_4 a dépassé la barre 3, l'arrêt du moteur se produit.

III. — Appareil de commande système Sprague.

L'originalité de l'appareil de commande système Sprague tient à l'organisation du rhéostat du moteur dont la manette est commandée par un petit moteur

...mmu-

...rend :



...serons

...ont la

...e ;

...rte un

...ette n

om-

teur
ule-

our

teur

vec
les-
lans

o E_1
gu-
ipal.
rant
uto-

e 24

elles
e, et
aux
côté

ux extré-
r-pilote.

ettre le
l'inter-

p_1 —
enroule-
uit m —

met en
mmuta-
auche à
R.
arrêt x,
I sur le
y en z

ant :
série de
eur M —

de I —

met en

mbre

com-

t sur

e est

nd le

on de

sur le

vant :

alai b_2

oteur-

rame-

minue

ette *n*

le.

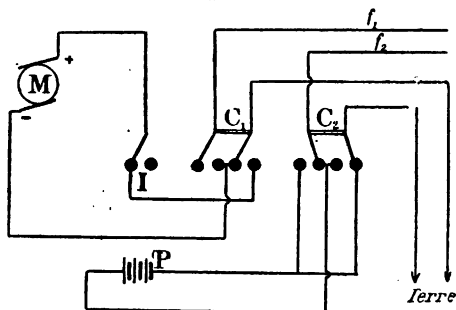
fig. 27)

terre

et dont l'autre pôle communique avec le fil de ligne f, relié au moteur de la torpille, par l'intermédiaire d'un interrupteur I et d'un commutateur-inverseur C_1;

2° Une pile P dont un des pôles est à la terre, et

Fig. 27.



dont l'autre pôle communique avec le fil de ligne f_2 relié à la commande du gouvernail de la torpille par l'intermédiaire du commutateur-inverseur C_2.

Poste récepteur. — Un des organes principaux du récepteur, c'est-à-dire de la torpille, est un électro-aimant polarisé, dont nous allons d'abord donner le principe.

Cet électro-aimant comprend une paire de bobines $E_1 E_2$ (*fig.* 28) et un aimant en fer à cheval $A_1 A_2$ placé en croix avec elles.

Au-dessus de l'électro-aimant peuvent se déplacer, autour des vis V_1 et V_2, deux armatures K_1 et K_2 mobiles dans un plan horizontal.

Suivant le sens du courant, l'armature K_1 viendra

[illegible] en
[illegible]

[illegible]

[illegible] rma-
[illegible] arma-
[illegible] com-
[illegible]

[illegible] du
[illegible] dans

[illegible] con-
[illegible]
[illegible] 3 —
[illegible] — la

[illegible] orpille

[illegible] ure A_1
[illegible] e sui-

[illegible] con-
[illegible] contact
[illegible] e.
[illegible] explo-

[illegible] reliés
[illegible] D_1, D_2, D_3

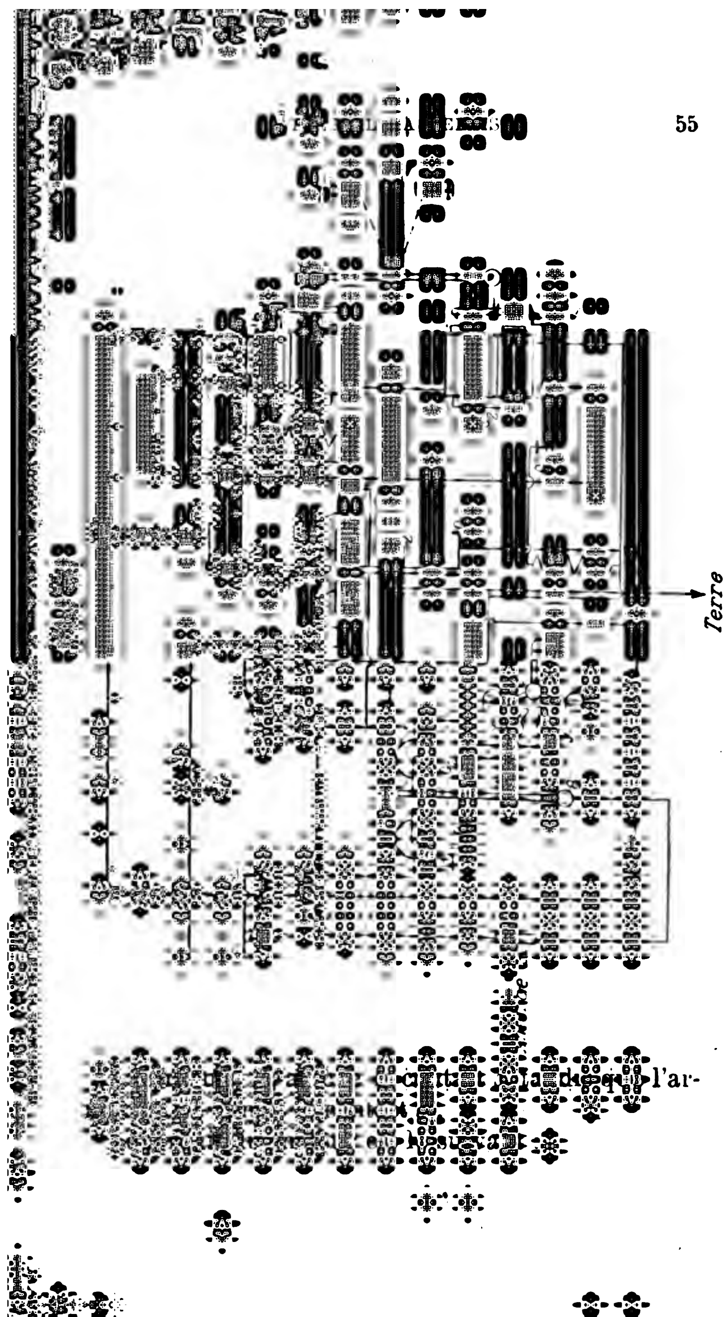
[illegible] *m* par
[illegible] ion de

[illegible] econdes
[illegible] et *y* est
[illegible] on.
[illegible] d'une
[illegible] it rapi-
[illegible] contact

[illegible] de gou-
[illegible] ttateur-

[illegible] du dans

[illegible] sitions
[illegible] il f_2 et



[illegible] l'ar-
[illegible]

e A_2 —
terre.
ourant
et met

ctro e_1,
ue son
ion de

irer la
muni-

ur est
l'étin-

façon,
sition

osition
ctro E_2

ent est
32 am-

es sous

concen-

met le
u gou-

e 15^{mm^2}

et donne passage au courant venant de la génératrice.

V. — Appareil de commande système Otis.

Dans le dispositif système Otis, la dynamo de commande est un moteur asynchrone diphasé monté sur un circuit à trois fils.

Les électro-aimants employés sont, au contraire, excités par des courants redressés : on évite ainsi la difficulté de construction de gros électros à courants alternatifs.

Le dispositif comprend deux électros E_1 et E_2 (*fig.* 30) entre lesquels se trouve une armature portant quatre prises de courant p_1, p_2, p_3, p_4 qui viennent toucher soit la série des contacts c_1, c_2, c_3, c_4, soit la série c'_1, c'_2, c'_3, c'_4, suivant l'électro employé.

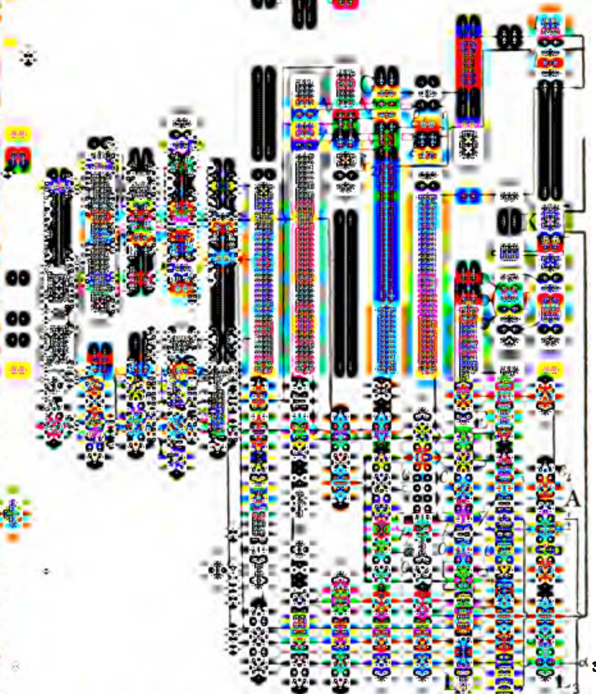
L_1 et L_2 étant les deux conducteurs d'amenée du courant, L_3 étant le fil de retour commun, la figure montre aisément que, suivant la position de l'armature A, on a :

1° *Position moyenne.* — Le courant est coupé dans le moteur;

2° *Position supérieure.* — Le courant passe directement dans le moteur, dont le rotor tourne dans un certain sens;

3° *Position inférieure.* — Les deux phases sont interverties, le courant passe en sens inverse que

... verse.
... de



... moyen
... acune
... upées

Chaque redresseur électrolytique est formé de deux électrodes, l'une en plomb, l'autre en aluminium plongeant dans une solution de carbonate d'ammonium.

Enfin l'ensemble comprend encore 5 électros de relais F_1, F_2, G_1, G_2 et K dont on va saisir facilement l'utilité.

Quand on appuie sur le bouton b_1 on excite les électros G_1, F_1 et F_2.

Quand on appuie sur le bouton b_2 on excite les électros G_2, F_1 et F_2.

Le retour se fait, dans les deux cas, par le fil L_3.

Supposons donc que l'on appuie sur b_1 par exemple.

Le courant se bifurque en α_1 sur L_1 et suit le trajet suivant :

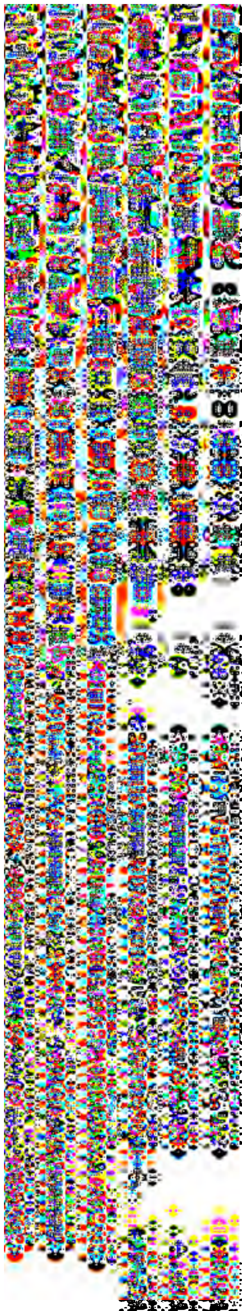
Noyau de l'électro F_1 — armature f_1 — batterie B_1 — redresseur r_1 — bifurcation β_1 — électro E_2 — noyau de G_1 — armature g_1 — électro F_1 — électro F_2 — bifurcation β_2 — redresseur r_4 — bifurcation α_2 — fil L_3.

L'électro E_2 attirant l'armature A, p_1 vient en contact avec c'_1, un courant est envoyé dans l'électro H qui desserre un frein électromagnétique.

Le courant de la ligne empruntant les prises de courant p_2 et p_3 et les contacts c'_2 et c'_3 le moteur tourne dans un certain sens.

Quand on abandonne l'appui sur le bouton b_1 l'armature A reprend sa position moyenne, le courant est coupé dans tous les relais et le frein électromagnétique se serre, arrêtant le rotor du moteur.

On a supposé dans ce qui précède que le courant entrait dans les redresseurs électrolytiques par une



ourant
tenant
ourant
sens

excite,

supé-

dres-
ro F_2
furca-
L_3.

ercure

rage R
ystème
rôle de

trans-

C qui
espon-
moteur

te deux
frotte

... du ... t : ... res B_1 ... ferme



... rcuit : ... l_2 — ... ne le

... le l_2 —
... it M —
... — B_2 —

... ues du
... le cir-
... uvre a

... dé par
... ant à la
... uche.
... x élec-
... ent des

... E_1 est

... re (—).
... eur qui
... circuit :
... e E_2 —

[illegible] une
[illegible] ace à
[illegible] ces
[illegible] aussi
[illegible] spécial

[illegible] mploi
[illegible] Harlé,
[illegible] uquel

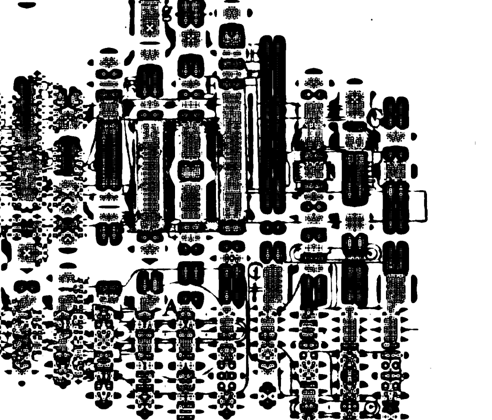
[illegible] vatier

[illegible] relais
[illegible] r.
[illegible] : un



autour
en du
oncur-
ntient

ceaux



x con-

ure du
ne lame
s blocs

ion du

t pour la
que, nu-



ressort D et de l'électro J, le contact est d'abord rompu entre les lames de cuivre et les contacts H, tandis que la lame élastique reste encore appuyée quelque temps sur les blocs de charbon. Puis la rupture se fait sur ces blocs de charbon, qui supportent tout l'effet destructif des étincelles et qui sont du reste faciles à remplacer.

L'armature porte de plus deux autres contacts en charbon E appuyant sur les contacts F qui permettent, comme on le verra plus loin, de fermer un circuit déterminé au moment où la rupture de l'autre circuit se produit sur les contacts H.

II. — Appareil de commande système Sautter-Harlé avec commutateur-inverseur et relais pour ascenseurs électriques.

Le dispositif comprend (*fig.* 33) : un commutateur-inverseur C commandé directement à la main ; deux électros relais E_1 et E_2 de mise en marche et un troisième électro E_3 commandant une résistance de démarrage et d'arrêt.

Le rôle de ce troisième électro constitue l'originalité du système.

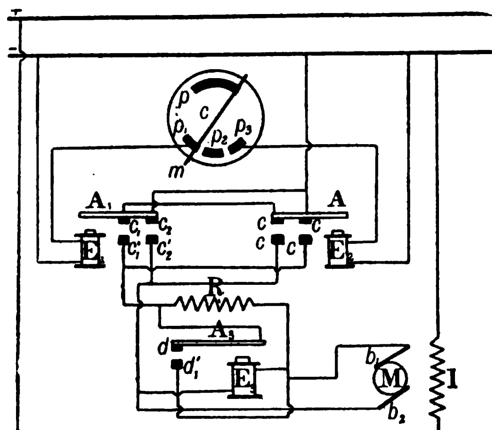
Au moment du démarrage, cet électro ne fonctionne pas et laisse dans le circuit de l'induit une résistance de démarrage. Quand le moteur atteint sa vitesse de régime, le courant devient suffisant pour attirer l'armature de cet électro qui shunte ainsi la résistance précédente.

Au moment de l'arrêt, l'inverse se produit ; quand

la vitesse du moteur est suffisamment ralentie, l'électro abandonne son armature et la résistance est introduite de nouveau et automatiquement dans le circuit de l'induit.

Enfin, l'inducteur I du moteur est constamment excité par le réseau, c'est là l'inconvénient du système, comme on l'a déjà dit, car c'est une inutile dépense d'énergie.

Fig. 33.



Le fonctionnement du dispositif est le suivant :

Marche en avant. — La manette du commutateur-inverseur est placée de façon à faire communiquer les plots p et p_1.

Les trois circuits sont les suivants :

1° Circuit de l'inducteur. Toujours excité.

2° Circuit des électros de relais.

... m —

... con-

... b_1 —

... e (—).

... tro E_3

... c'_1 —

... etc.

... se sur

... suite

... is en

... tro E_3.

... sur le

... moteur

... in-

... acts c'_4

... Harlé.

... utter-

... com-

... aison.

... ar un

... exions

nécessaires pour que, en déplaçant chaque commutateur dans un sens ou dans l'autre, les deux moteurs placés dans le socle des projecteurs se meuvent dans le sens correspondant, à grande ou à petite vitesse.

Lorsque la poignée de l'un des commutateurs est abandonnée à elle-même, elle revient brusquement dans la position moyenne, sous l'action d'un ressort, et dans cette position le commutateur met en court-circuit le moteur correspondant.

Le système de ce commutateur est identique à celui qui a été décrit ailleurs pour la commande des ponts roulants, on n'y reviendra donc pas.

Lorsque la distance entre le manipulateur et le projecteur devient un peu grande, il est nécessaire d'employer des relais, comme il a été dit précédemment.

Ces relais, du système Sautter-Harlé, Savatier et de Lagabbe, ont été décrits plus haut.

L'ensemble (*fig.* 34) comprend :

1° Un électromoteur d'orientation E_1 et un électromoteur d'inclinaison E_2 ayant un inducteur commun I;

2° Un manipulateur M comprenant deux commutateurs de commande c_1 et c_2.

3° Deux relais d'accélération de pointage R'_1 et R'_2 ;

4° Deux relais de pointage R_1 et R_2 ;

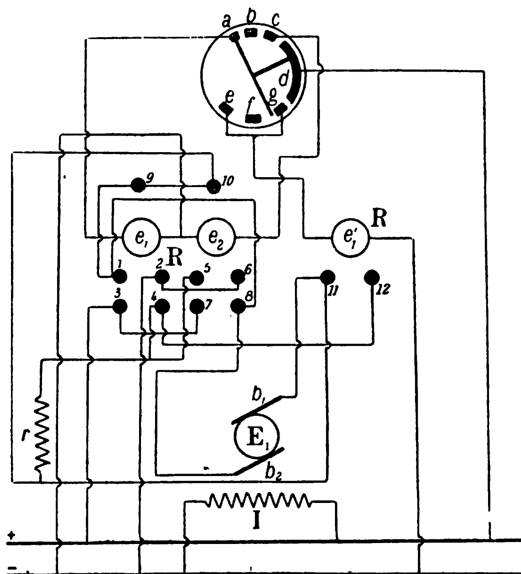
5° Deux interrupteurs i_1 et i_2 automatiques limitant la course du projecteur.

Nous ne donnerons ici que le schéma des circuits d'un électromoteur, l'autre mécanisme étant absolument identique.

La manette à trois contacts du commutateur étant dans la position indiquée par la figure 34, les circuits sont les suivants :

1° Le circuit de l'inducteur est toujours excité;

Fig. 34.



2° Barre (+) du réseau — plot *d* — plot *a* — électro e_1 — barre (—) du réseau;

L'électro e_1 du relais R_1 est excité et attire son armature.

3° Barre (+) — contacts 3 et 4 — résistance *r* — contact 11 — balai b_1 — induit E_1 — balai b_2 — contacts 8, 1 et 2 — barre (—).

[illegible] vitesse
[illegible] résis-

[illegible] it d'a-
[illegible] que
[illegible] g.

[illegible] e'_1 —

[illegible] ature;
[illegible] 2 et 11
[illegible] 1 et 2

[illegible] se met

[illegible] n ver-
[illegible] circuit

[illegible]
[illegible] puis e,
[illegible] marche
[illegible] d'abord
[illegible] plot c,
[illegible] appuie

[illegible] elles
[illegible] gabbe.

[illegible] à bord
[illegible] efforts

relativement considérables, malgré l'équilibrage très soigné qu'on est parvenu à obtenir dans les installations modernes. Il était donc naturel de demander à un agent mécanique d'exécuter les divers mouvements nécessaires pendant le pointage.

« Jusqu'en 1890, l'eau sous pression était uniquement employée, mais malheureusement les appareils de pompage sont pesants et, par suite, coûteux et encombrants. Les canalisations sont sujettes à des fuites et toujours très difficiles à réparer, surtout pendant le combat. De plus, les inactions forcées auxquelles sont exposés les moteurs nuisent à la bonne conservation des différentes pièces des mécanismes et, en particulier, dessèchent les cuirs, ce qui entraîne des duretés presque inévitables et des fuites au moment de l'emploi. Enfin, il faut compter quelquefois avec la congélation possible de l'eau, qui peut produire des accidents graves et rendre complètement inutilisable l'installation tout entière. Au siège de Weï-Haï-Weï, en particulier, pendant la guerre sino-japonaise, il fallut entretenir des braseros allumés dans les tourelles d'une façon presque continuelle (1) ».

Il était donc naturel de chercher à employer l'électricité, agent indemne de tous ces inconvénients, pour exécuter les divers mouvements des tourelles et des affûts. C'est ce qui a été fait en 1888 pour le pointage des canons, et en 1892 pour la manœuvre des tourelles du *Capitan-Prat,* croiseur cuirassé chilien. Quelque temps après, c'était le tour du

---

(1) Gérard Lavergne, *Génie civil,* 4 juillet 1896.

de la
9cm et
dans

iberry,

du La-
ur les

trecas-
de du

omme
nt de
grande
0° en
8 mi-
ce qui

pe, on
s élec-
s d'un
sse, et
arrive
ivation
nduits

r rap-
hacun
n, sur
extré-

...diaire
...d'une
... mo-
...rands

...uteur
...r, et
... près

...relle
... tou-
...eurs
... très
...it
...com-
...ande
...tage.
...ar un
... qui
... d'un
...is on
...dant
... ap-
...ani-
...rèves
... des
...ettent
... aussi

...etour
...nteur
... par

... és aux
... butées
... oupent
... ent les
... rodui-

... s lequel
... sser les

... t ainsi
... détails.
... 3) :

... es 35

... des

... ches *p*
... ouches

... ances

... oulie V
... action

... buteur

férents

cité.



ro E_2 —

ire son

re (—).

son

d_2

M —

itesse

dans

ais 5

a vi-

a_1.

enne,

:

élec-

— le

sur le

est le

b_1 —

R_2 —

1 —

mou-

nts à

, sur

par le

B_1 du

nt les

ntact c'_1
— con-
e (—).
ens du
omme il

ir de la
— le

e.
mis en
on peut
s mou-

s mou-

impos-
sur les
sse ma-
boutons
circuit
contacts
du cir-

tion du
ecte des

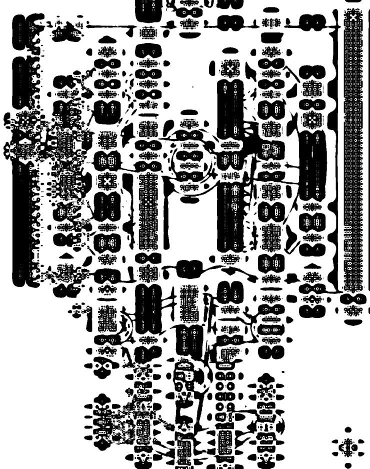
précau-
passage
le sui-
puisse

... ce P_1
... une
... aire,
...
... donc

... estant
... e MM,
...
... dessus
... disam-
... B qui,

entraî-

suivant
ne peut



e de la

à gou-
et de

nalogie
décrit
n va le

rem-
nble

ir le
teur
s le
posi-

celui
vien-

et m_2
dont
roir
pro-
rance

ur V,
navi-

dou-
deux

que à
pas ;
e sur

---

r l'a-
t par
de la

[illegible] induc-
[illegible]

[illegible] I

[illegible] r :
[illegible] ontacts
[illegible]

[illegible] velle N
[illegible]

ire a_1

tro E_2

se en

b'_1 —

lai b_2

nipu-

élec-

re b_2.

c'_1 —

in-

(—).

onsé-

it et,

n va

résis-

r.

E_2).

e_1).

f_2 —

4e circuit. — Barre (+) — contacts c'_2 et c'_4 — contacts d_1 et d_2 — contacts d'_1 et d'_2 — balai b_1 — induit M — balai b_2 — contacts c'_3 et c'_1 — barre (—).

Fonctionnement des arrêts automatiques. — Les arrêts automatiques sont obtenus :

1° Par le tiroir du moteur à vapeur dont un doigt vient buter sur les interrupteurs p_1 et p_2 à extrémité de course.

2° Par l'axiomètre, qui vient buter sur les interrupteurs m_1 et m_2 à extrémité de course.

Si les deux moteurs marchent synchroniquement, p_1 et p_2 restent immobiles. Si, au contraire, l'électromoteur devance le moteur à vapeur, un des interrupteurs p_1 ou p_2 est ouvert, produisant le relèvement de l'armature du relais E_1 ou E_2, et, par suite, la mise en court-circuit, c'est-à-dire l'arrêt de l'électromoteur.

VI. — Appareil de commande à distance de la barre. Système Sautter-Harlé et Bochet.

L'appareil de commande de la barre imaginé tout récemment [1] par M. Bochet, ingénieur en chef de la maison Sautter-Harlé et Cie, se différencie nettement des appareils précédents par la simplicité et la sécurité des moyens mis en jeu.

L'ensemble du dispositif comprend :

1° Deux électromoteurs ;

---

[1] Janvier 1905.

ondant
lacés,
c et le

in de

in de

trois

irons
et le
répé-
t des
sation

ous le
mani-

circu-

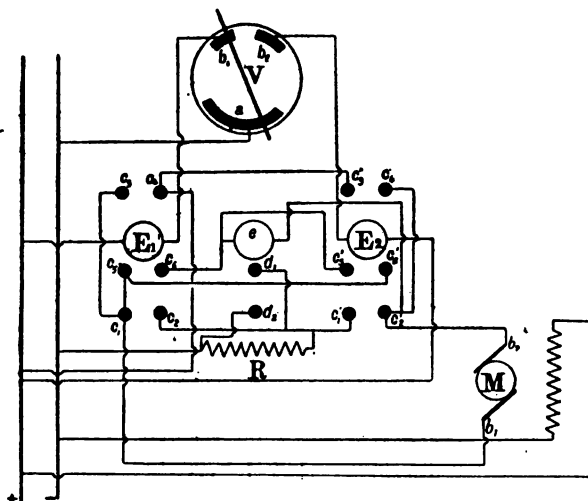
he du
haque

va le
se du
dans

les appareils décrits précédemment ; cette facilité de manœuvre ayant été reconnue inutile.

Le manipulateur ne sert qu'à envoyer le courant dans les relais E_1 et E_2. — Le moteur ayant démarré,

Fig. 42.



le relais *e* est excité automatiquement et produit l'accélération de l'allure.

Les circuits, par suite, sont les suivants :

L'inducteur I est toujours excité.

Position d'arrêt. — Le moteur M est en court-circuit par :

Balai b_1 — contacts c_3 et c_4 — contacts c'_3 et c'_4 — contact c'_2 — balai b_2.

placée

tro E_1

et c_1
c'_2 —

se suf-
bornes
tique-

et c_1
c'_2 —

iden-

os, l'é-
l'a vu.
multa-
court-

c'_2 —

l'élec-
un des

circuit

quand l'électro E_1 est excité; soit par le circuit :

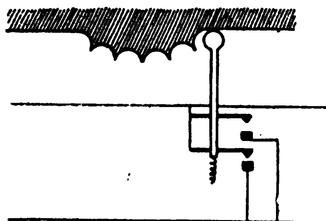
$$b_1 - c_1 - c_5 - c'_6 - c'_5 - e - c'_2 - b_2,$$

quand l'électro E_2 est excité. On voit donc que le relais d'accélération *e* cesse d'être excité dès que les deux autres relais cessent d'être excités eux-mêmes. L'électromoteur ne peut donc être mis en marche sans que le relais d'accélération ait remis en circuit la résistance de démarrage R.

On voit, par suite, que la sécurité du dispositif est complète malgré la simplicité des moyens mis en jeu, puisque trois fils seuls suffisent à la commande des relais.

Transmetteur et répétiteur d'angles de barre. — Le transmetteur comprend une série de cames réunies

Fig. 43.



par leurs faces latérales et formant un chariot entraîné par la barre.

Ces cames actionnent des contacts qui allument les lampes du répétiteur de 2 en 2 degrés, de 0 à 10 degrés, et de 5 en 5 degrés, de 10 à 30 degrés.

La figure 43 montre le rabattement d'une de ces

[illegible] 2°, 6° [illegible] d'un [illegible]

[illegible] rigi- [illegible] lle au [illegible] éviter [illegible] t des [illegible] npes. [illegible] viron [illegible]

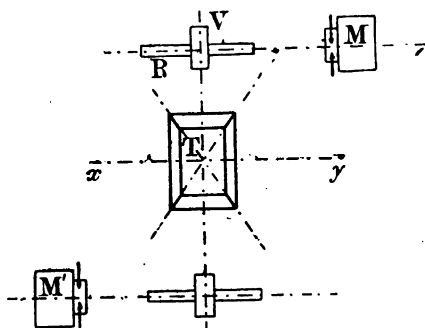
[illegible] eries, [illegible] court [illegible] son [illegible] ou à [illegible]

[illegible] *fonc-* [illegible] dre le [illegible] toma- [illegible] idée [illegible] partie [illegible]

[illegible] me on [illegible] 44) [illegible] et qui [illegible] entrer [illegible] euvre [illegible] ectro- [illegible] héli- [illegible] tiel T [illegible] sur le

Grâce à ce dispositif, l'électromoteur en action prend appui sur l'électromoteur au repos, et il est toujours possible d'utiliser l'un ou l'autre de ces deux moteurs sans avoir à se servir d'aucun mécanisme d'embrayage. De plus, il est facile de voir que

Fig. 44.



la mise en action simultanée des deux électromoteurs dans un sens quelconque ne peut exposer à aucun inconvénient.

Ces deux moteurs M et M', bien que reliés par le train différentiel, sont cependant distincts complètement au point de vue électrique, l'un étant alimenté par la canalisation tribord du navire et l'autre par la canalisation bâbord, et ces deux circuits possédant des manipulateurs également distants.

La seule liaison momentanée qui peut se produire entre les deux circuits provient du fonctionnement des arrêts automatiques dont nous allons maintenant parler (*fig.* 45).

Ces arrêts automatiques A_1, A_2, A_3 et A_4 sont des

tiroir

gou-

man-

dés deux à deux par la tige d'un interrupteur, attaquée elle-même par une came à double rampe dont le fonctionnement est le suivant :

Supposons que la manette du manipulateur V de bâbord soit sur le plot b_2.

Le relais E_2 est fermé par le circuit :

Barre (+) — a — b_2 — c'_3 — d'_1 — α_1 — E_2 — barre (—).

Supposons maintenant que le tiroir du servomoteur arrive à droite à sa limite de course. La came de l'interrupteur coupe le contact c'_3, le courant du relais E_2 est coupé et l'électromoteur M est mis en court-circuit. L'arrêt se produit donc si tout est en ordre.

Dans le cas contraire, le tiroir continue son déplacement et la came de l'interrupteur agit alors par la seconde rampe en fermant le contact c'_4.

Le circuit est maintenant :

Barre (+) — m_1 — m_2 — c'_4 — E_1 — barre (—).

Le relais E_1 est donc excité. Les deux relais E_1 et E_2 étant fermés, l'électromoteur est encore en court-circuit, comme on l'a vu, et l'arrêt se produit. Mais, en même temps, la barre de l'interrupteur ferme le contact c'_2, qui ferme lui-même le circuit :

Barre (+) — m'_1 — m'_2 — c'_2 — α'_1 — E'_1 — barre (—).

Le relais E'_1 étant excité, l'électromoteur M′ se met en route et ramène en arrière le tiroir de la quantité dont il a dépassé sa course limite.

De même, si la barre bute à droite, le contact d'_1 est coupé. E_2 se relève et le moteur M est en court-circuit.

de le

ment

excité

ande
uées
d'ex-
aus-
ions
Ferry,
d de
aire :
nan,

smis-
peur,
traî-
Hugo.
nts et
mplé-

CHAPITRE IV.

APPAREILS A CHAMP TOURNANT.

Les appareils de commande à distance à champ tournant sont encore peu répandus, parmi eux nous ne citerons que deux appareils élaborés par l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft pour la transmission des signaux à bord des navires et le télégraphe de bord système Willis et Robinson.

I. — Appareils pour signaux de l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.

Le premier de ces appareils est dû à M. Weber et repose sur la production dans le transmetteur et le récepteur d'un champ tournant synchrone.

Le transmetteur comprend une bobine en forme de tore sur laquelle frottent les deux extrémités d'un levier L (*fig.* 46) mobile autour de son axe et portant l'organe meneur.

Des trois points a_1, a_2, a_3 de la bobine, placés à 120° les uns des autres, partent les trois conducteurs f_1, f_2 et f_3 reliant le transmetteur au récepteur.

Le récepteur comprend un groupe d'électro-

[illegible] mul- [illegible] son [illegible] sont [illegible] d'une [illegible] entre, [illegible] e, et [illegible]

[illegible] récep- [illegible] dont [illegible] ection [illegible] onnée [illegible] ument [illegible] vée, la [illegible] trois [illegible]

[illegible] eurs à [illegible] re une [illegible] u sur [illegible] tribu- [illegible] dans [illegible] urnant [illegible]

[illegible] ose de
[illegible] t dont
[illegible] ements
[illegible] rcalée
[illegible] es. Ce
[illegible] points

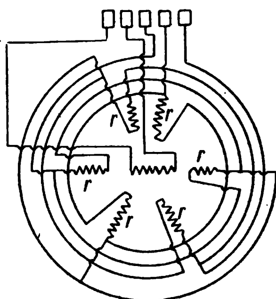


[illegible] ourant
[illegible]
[illegible] ce une
[illegible] les uns
[illegible] plots.
[illegible] t et le
[illegible] oncen-
[illegible] d'après
[illegible] tances
[illegible] telle
[illegible] sible-

ment sinusoïdale, les conducteurs sont donc parcourus par des courants triphasés.

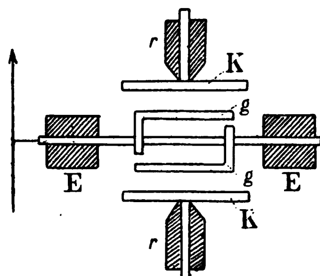
Récepteur. — Le récepteur se compose de trois

Fig. 48.



paires de solénoïdes r disposés radialement autour d'un cylindre de cuivre K (*fig.* 49), réunis en étoile

Fig. 49.



comme dans un moteur d'induction et connectés aux trois fils de ligne.

L'armature du système est formée par deux pièces de fer doux *g* et deux bobines E et E′ portées par une tige isolante.

Le cylindre de cuivre K joue le rôle d'amortisseur.

Fonctionnement du système. — Le fonctionnement de cet appareil est évident.

Le courant triphasé venant du transmetteur crée dans le récepteur un champ tournant, dont la direction coïncide avec celle du distributeur, qui entraîne l'armature et par suite l'aiguille du récepteur.

Chaque position du levier du transmetteur correspond à une seule position du récepteur et réciproquement.

II. — Appareil télégraphique système Willis et Robinson.

Le principe général sur lequel sont basés les transmetteurs du système Willis et Robinson ressemble à celui des machines à 2 cylindres de Brotherhood, les cylindres étant remplacés par des électro-aimants qui actionnent des armatures au lieu de pistons.

Quand on tourne la poignée de l'appareil dans un sens, le courant est lancé successivement dans les électros 1, 2, 3; dans l'autre sens, les électros sont mis en action dans l'ordre 3, 2, 1.

CHAPITRE V.

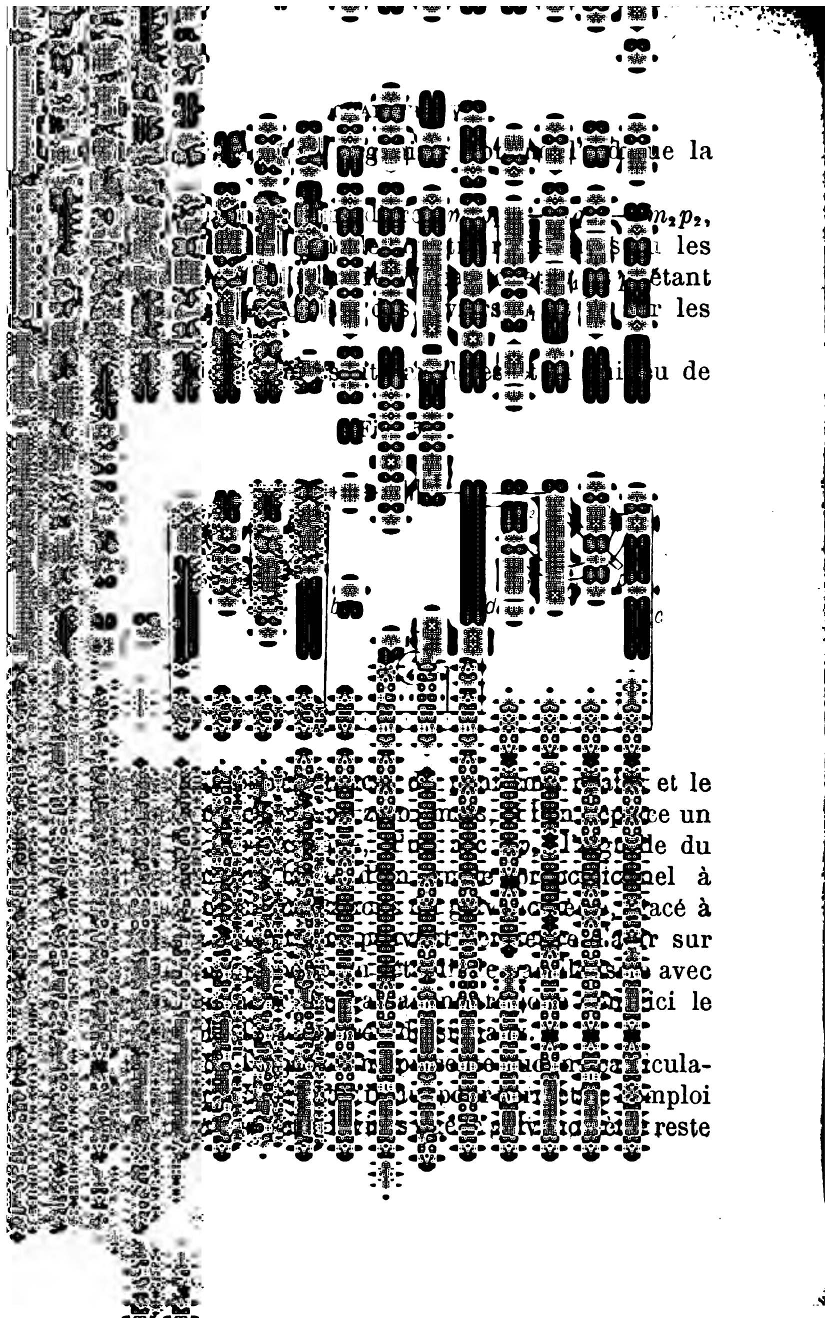
APPAREILS BASÉS SUR L'EMPLOI DU PONT DE WHEATSTONE ET DES RÉSISTANCES.

Le principe de ces appareils consiste à disposer l'organe meneur et l'organe mené aux sommets opposés d'un pont de Wheatstone, les deux autres sommets étant réunis par un galvanomètre, et les bras du pont étant formés par les fils de ligne et des rhéostats variables convenablement réunis aux deux organes meneur et mené.

Le parallélisme de ces deux organes est indiqué par le retour au zéro de l'aiguille du galvanomètre. Cette aiguille du galvanomètre va donc pouvoir servir soit d'indicatrice de signaux de commande, soit de commande directe pour un relais.

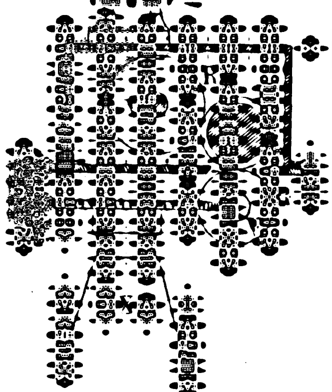
I. — Appareils de commande système Fiske.

Soient L_1 l'organe meneur et L_2 l'organe mené, ces deux organes étant représentés par deux leviers pivotant sur des cercles S_1 et S_2 (*fig.* 50) dont les centres sont reliés à la pile P et dont les extrémités des arcs sont reliées au galvanomètre G par quatre



... s et cela
... ui exige
... t rigou-
... ndition
... à cause
...

... iske est
... tomati-
... voir.
... levier,
... s méca-
... trouve

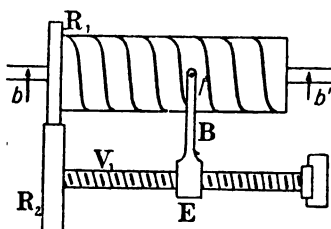


... pourtour
...
... ui enve-

loppe le plateau P peut tourner autour de ce dernier, entraînant le levier, par l'intermédiaire d'une vis sans fin V sur laquelle on agit au moyen d'une manivelle.

Sur l'arbre de la vis V est calée une roue R qui engrène avec la roue R_1 portant le rhéostat. Ce rhéostat (*fig.* 52) est formé d'un long cylindre en

Fig. 52.



bois sur lequel est enroulé un fil *f* formant la résistance et aboutissant à deux balais *b* et *b'*.

La roue R_1 engrène elle-même avec une autre roue R_2 portant une vis V_1 sur laquelle se déplace un écrou E portant un bras B qui appuie constamment sur le fil du rhéostat.

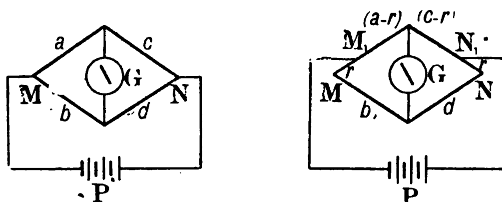
Les rhéostats sont calculés de façon que, les bras B étant au milieu de leur course, les leviers sont tous deux dans une position moyenne et le galvanomètre est au zéro.

Si l'on agit sur le levier par la manivelle de commande de la vis V, il est évident que les rhéostats vont jouer le rôle des segments S_1 et S_2 du schéma précédent.

Ceci posé, le principe du compensateur est le suivant :

Si les quatre résistances *a*, *b*, *c*, *d* (*fig.* 53) d'un pont de Wheatstone sont rigoureusement égales et uniformes, le galvanomètre reste au zéro non seule-

Fig. 53.



ment lorsque les contacts M et N sont au sommet du pont, car on a alors

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d},$$

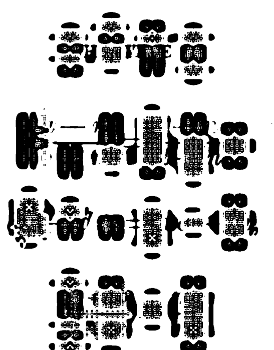
mais encore lorsque les contacts M et N des fils de pile sont déplacés et venus en M_1 et N_1 avec

$$MM_1 = NN_1 = r;$$

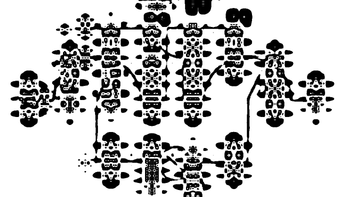
car on a évidemment encore

$$\frac{a - r}{b + r} = \frac{c - r}{d + r}.$$

Mais, si les quantités dont sont déplacés les contacts sont inégales, et égales respectivement à *m* et *n*, pour que le galvanomètre reste au zéro, il faut réaliser la



... mètre ... ts des ... dente. ... qui se ... façon



... odifier ... ire du ... glée à ... ce du

... rreurs ... fiques ... as les ... empé-

ratures. Pour compenser cette autre cause d'erreur, l'attache du galvanomètre (*fig.* 54) sur le réseau se fait par l'intermédiaire de deux aiguilles a_1 et a_2 qui se déplacent en face de deux arcs formant résistances et permettant de ramener le galvanomètre au zéro en se basant sur la même relation que précédemment.

Le même système peut s'appliquer facilement à la commande d'un servomoteur actionnant l'organe mené. Nous allons en donner un exemple dans l'application qu'en a faite M. Fiske à la commande d'un gouvernail.

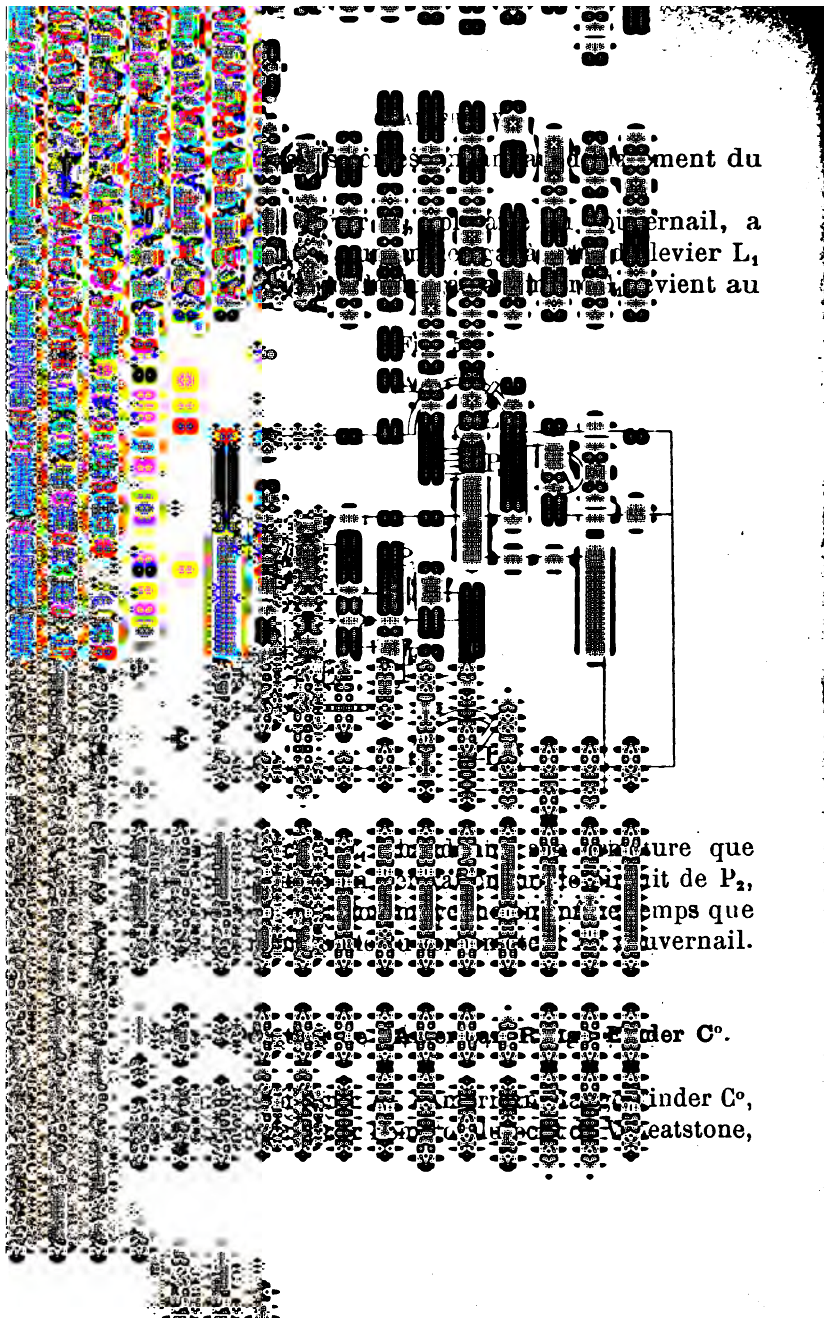
Le mécanisme comprend, comme précédemment, pour le transmetteur et le récepteur, un arc A_1 ou A_2 (*fig.* 55) formant résistance sur lequel se déplace un levier L_1 ou L_2.

Le montage est fait en pont de Wheatstone.

Le galvanomètre G_1, dont l'aiguille communique avec le pôle (+) d'une pile locale P_2, porte deux contacts c_1 et c_2 contre lesquels vient buter l'aiguille.

Deux électros E_1 et E_2, dont l'armature commune A mobile autour de l'axe O commande le servomoteur du gouvernail, communiquent respectivement avec les contacts c_1 et c_2, d'une part et, d'autre part, avec le pôle (—) de la pile P_2.

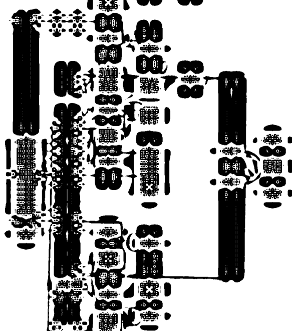
Lorsqu'on déplace le levier L_1 sur l'arc A_1, l'aiguille G_1 vient sur un des contacts, c_1 par exemple. Le courant de la pile P_2 actionne l'électro E_1 qui attire son armature, et le servomoteur du gouvernail



me-

nier

O'Y



anon

OX.

ter-

est

par

ions

ent,

l'angle α que doit faire la lunette et l'axe du canon pour atteindre ce but, il est facile d'établir une échelle de correspondance entre les angles α et les déviations du galvanomètre G.

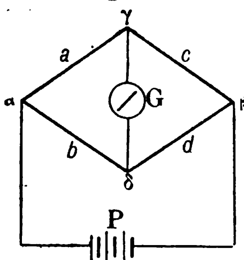
C'est la valeur de cette déviation qui est donnée au pointeur.

Le pointage s'opère alors par deux hommes : l'un vise le but par la lunette et l'autre agit sur l'organe de pointage en hauteur jusqu'à ce que le galvanomètre indique la déviation correspondant à la distance du but.

III. — Dispositif de MM. Cushing Crehore et G.-Owen Squier.

En 1897, MM. Crehore et Squier ont repris, dans l'organisation d'un télémètre de côte, l'idée du

Fig. 57.

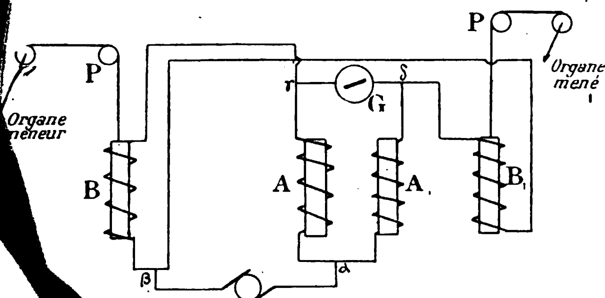


lieutenant américain Fiske basée sur l'emploi du pont de Wheatstone, mais en remplaçant l'emploi des courants continus par celui des courants alternatifs.

La difficulté d'emploi de la jonction Fiske tient surtout à la délicatesse excessive des appareils dont le réglage est très pénible, comme on l'a vu, et se trouve altéré à chaque instant par le moindre déplacement des contacts et des raccords : ces inconvénients sont beaucoup moins marqués avec les courants alternatifs.

Dans l'installation de MM. Crehore et Squier, les résistances *a*, *b* et *d* (*fig.* 57) du losange sont au

Fig. 58.



poste [illegible]teur ainsi que la ligne de jonction comprenant [illegible]anomètre G (*fig.* 58).

La résista[illegible] intercalée entre les deux postes, les points β et γ [illegible]t au poste récepteur.

La résistance [illegible]able est celle du branchement *c* et elle es[illegible]oquée par la rotation même de la [illegible]poste transmetteur.

Pour réaliser pratiquement la jonction au moyen de courants alternatifs, les résistances variables sont remplacées par des bobines d'impédance organisées comme il suit ;

dée une
e bran-
oux est
r sur la
eur, par

meneur
de la
gne et,
la tra-

B_1 est
st sup-
mené,

duit un
bserva-
agissant
suite, en
tous les

tre, deux
faciliter
istances

résenter,
et aussi

aut que
ntité en
cements
cements

angulaires résultants égaux pour les deux organes meneur et mené.

Les auteurs ont pu tourner cette difficulté en déterminant empiriquement les diverses positions à donner aux noyaux mobiles pour assurer le parallélisme des deux organes.

A cet effet, les poulies supportant les deux axes meneur et mené ne présentent plus alors une forme circulaire parfaite, mais sont taillées en forme de cames, de façon que les rayons de cette came déterminent à chaque instant la longueur d'enroulement du fil nécessaire pour compenser les déplacements correspondants des noyaux conjugués.

Le calcul des éléments de ce réglage se fait en installant les deux postes aux extrémités d'une même table, et en établissant le parallélisme des deux arbres au moyen de miroirs montés sur ces axes et dont on vérifie la position par la méthode optique.

Les auteurs prétendent qu'un déplacement de $0^{mm},25$ sur le noyau mobile produit une déviation sensible de l'aiguille du galvanomètre.

De plus, l'erreur probable sur vingt observations, calculée par la méthode des moindres carrés, atteint seulement $0^{mm},598$.

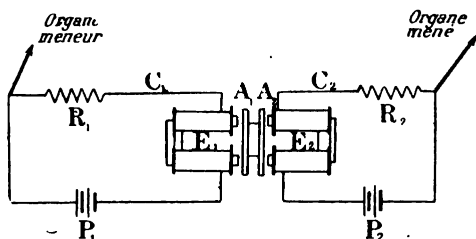
IV. — Jonction Bourgoin.

En 1900, M. le capitaine Bourgoin a donné, à propos d'une note relative à un télémètre électrique à grande base, un projet de jonction avec servomoteur

basée sur l'emploi de résistances et dont nous allons donner le principe.

L'organe meneur et l'organe mené commandent chacun une des résistances identiques R_1 et R_2 (*fig.* 59) intercalées dans deux circuits identiques C_1 et C_2, et l'appareil est construit de telle façon que,

Fig. 59.



pour chaque position parallèle des organes meneur et mené, on ait $R_1 = R_2$.

Sur les deux circuits C_1 et C_2 sont intercalés deux électro-aimants E_1 et E_2 dont les pôles de noms contraires sont opposés l'un à l'autre.

Entre les pôles des électros se trouve une armature double A_1 A_2 qui est reliée au servo moteur commandant la rotation de l'organe mené.

Quand les résistances R_1 et R_2 sont égales, les efforts d'attraction des deux électros sur leurs armatures sont égaux et le servo moteur ne fonctionne pas.

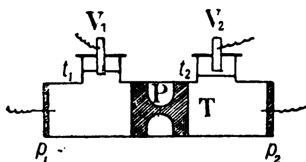
Si, par suite de la rotation de l'organe meneur, le parallélisme des deux organes est rompu, l'action de l'un des électros devenant prédominante, l'armature

est attirée vers lui et, dans ce mouvement, actionne le servo moteur qui agit de manière à provoquer une rotation de l'organe mené égale à celle dont a été déplacé l'organe meneur, et ainsi de suite.

Principe du servo moteur. — Le servo moteur est un moteur triphasé à champ tournant dont le changement de sens est obtenu en inversant entre elles deux des trois phases, à l'aide de deux commutateurs spéciaux qui utilisent le déplacement rectiligne que prend le système des armatures sous l'influence des électros.

Chacun de ces commutateurs comprend un tube T (*fig.* 60) rempli de mercure portant deux tubulures t_1

Fig. 60.

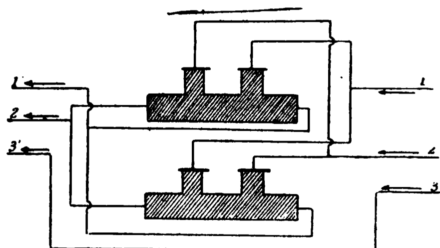


et t_2 et dans lequel se déplace un piston P en ébonite, actionné par le système des armatures et qui isole électriquement les deux parties de droite et de gauche du tube T.

Les deux extrémités du tube sont fermées par des plaquettes isolantes p_1 et p_2 que traversent deux des extrémités des deux circuits à intervertir. Les deux autres extrémités sont fixées à des vis V_1 et V_2 placées dans les tubes t_1 et t_2, et que le mercure affleure ou n'affleure pas, suivant la position du piston P.

Le schéma (*fig.* 61) montre aisément le fonctionnement des commutateurs. 1, 2, 3 étant les trois fils du réseau et 1′, 2′, 3′ les extrémités des enroulements

Fig. 61.



du stator du moteur, quand les pistons sont à droite l'ensemble des circuits est le suivant :

(1-1′ — 2-2′ — 3-3′);

quand il sont à gauche on a, au contraire,

(1-2′ — 2-1′ — 3-3′)

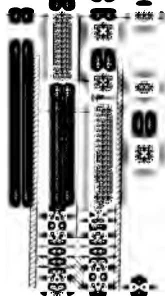
et le moteur tourne en sens inverse.

Résistances. — M. le capitaine Bourgoin décrit dans son Mémoire deux sortes de résistances, l'une liquide et l'autre en spires de manganine.

La résistance liquide est constituée par une colonne de liquide contenue dans un tube de verre bien calibré, et dans lequel se déplace un piston. Le courant entre par le fond du tube et en sort par une des faces du piston.

[illegible] une
[illegible] stance
[illegible] s une
[illegible] hon à
[illegible] ère et

[illegible] éostat
[illegible] sition



[illegible] te, un
[illegible] élec-
[illegible] force
[illegible] it une
[illegible] ensité
[illegible] éviter
[illegible] ourant
[illegible] rolyte,
[illegible] ate de

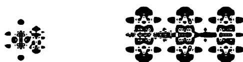
[illegible] né par
[illegible] lindre

[illegible] nue en
[illegible] ain de

[illegible] rature
[illegible] lieu de
[illegible] es aux

[illegible] e avec
[illegible] cuivre

[illegible] aquelle
[illegible] u com-
[illegible], etc.,
[illegible] r une
[illegible] mment
[illegible] appa-
[illegible] e, et lui
[illegible]





dis-
ction,
M. le
trans-
ns du

té, en
t pou-
ntacts
teurs
élicat
sur-
mson,
faible.
es est

uivant.

ncelle
rême-

) par
étin-
forme
de la
evalet

nium,

métal-
ant la

parées
mètre

ordon
sur un
relais,
arbre

0 par
tre le
d'un

Supposons qu'à ce moment la route soit N 40° O, le point nord d'où jaillit l'étincelle est donc à 40° à droite de l'axe.

D'autre part, le point de séparation des deux cordons est à 54° à droite de ce même axe.

Il en résulte que l'étincelle jaillit sur le cordon de gauche et le moteur met donc la barre à gauche.

La barre tourne ainsi d'une quantité fixe, 15° par exemple, le navire vient donc à gauche, mais au moment où il passe à N 54° O la barre est redressée et mise pour contrarier la vitesse de rotation et ainsi de suite.

Cette méthode de gouverner qui paraît rudimentaire place cependant, comme l'expérience le prouve, très rapidement le navire en route et l'y maintient.

« Quand le navire est droit en route, l'étincelle jaillit sans interruption sur l'un ou l'autre des deux demi-cordons, car il y a superposition rigoureuse des graduations de la rose du couvercle. Le moteur, excité dans les deux sens, ne bouge pas. Le moindre écart ne fait plus jaillir l'étincelle que sur un des demi-cordons.

» Le caractère fugitif du zéro fait toute la précision de l'instrument. »

Les essais faits sur cet appareil ont montré l'indifférence complète de la rose au courant induit et la commodité de son emploi pour gouverner.

« Avec cet appareil apparaît donc un principe nouveau et fécond : la distribution de l'énergie élec-

trique par le déplacement relatif d'un corps aussi délicat qu'on le voudra, sans troubler celui-ci en aucune façon, puisqu'on ne lui fait produire aucun effort, qu'en un mot il ne touche rien. Ce simple transport d'une étincelle peut du reste être l'origine de la mise en jeu d'une énergie aussi forte qu'on le désire. En particulier, celle-ci peut être appliquée à manœuvrer, comme on vient de le voir, le servo moteur du gouvernail, aux lieu et place de l'homme de barre, supprimant ainsi ses intentions et lui substituant un mécanisme d'un automatisme rigoureux. »

CHAPITRE VII.

APPAREILS A ÉCHAPPEMENT.

Au point de vue chronologique, les premiers appareils de commande à distance employant un échappement sont les appareils télégraphiques à cadran, ce sera donc par eux que nous en commencerons la description.

I. — Appareil télégraphique de Vail.

Cet appareil date de 1837.

A chacune des deux stations, un mécanisme d'horlogerie fait tourner une roue sur le pourtour de laquelle sont inscrits les signaux à transmettre; cette roue se nomme *la roue des signaux*.

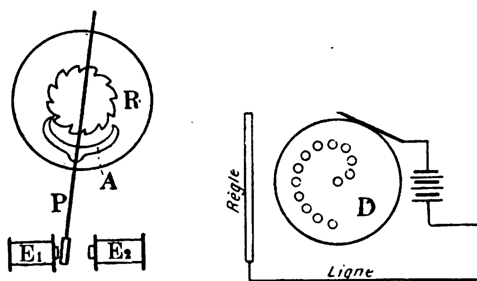
Le mouvement est réglé, comme dans les horloges, par un pendule P (*fig.* 64) muni d'une ancre d'échappement A qui laisse à chaque demi-oscillation tourner la roue R d'un angle correspondant à l'espacement de deux signaux.

Chacun des pendules des deux stations porte une masse de fer doux qui oscille entre deux électros E_1 et E_2.

Tant que le courant ne passe pas sur la ligne, les deux pendules oscillent et, comme ils sont disposés de manière que les deux roues des signaux tournent avec la même vitesse, les mêmes signaux se trouvent toujours semblablement placés.

Au poste transmetteur, le courant est envoyé au moment voulu de la manière suivante : toujours sur

Fig. 64.



le même axe de la roue d'échappement et, par conséquent, soumis aux mêmes périodes oscillatoires du pendule, se trouve un disque D sur lequel sont placées des goupilles suivant une hélice, et chacune sur un des rayons du disque correspondant à ceux des signaux de la roue R.

Une règle métallique, placée parallèlement à la roue, et se projetant suivant un rayon, porte autant de trous qu'il y a de signaux. Si, dans ces trous, on enfonce une cheville métallique, cette cheville vient rencontrer la goupille qui se trouve à la même distance que le trou lui-même. La cheville étant en communication avec la ligne et le disque avec la

pile, un courant est envoyé à travers les électros sur la ligne et dans le poste récepteur.

Les deux appareils fonctionnent donc simultanément.

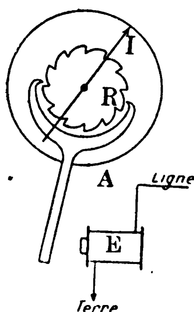
Quand on enlève la cheville, le courant cesse, les électros ne retiennent plus les pendules qui recommencent à osciller et les appareils se remettent en marche.

II. — Appareil télégraphique de Wheatstone.

Récepteur. — Le récepteur comprend un cadran sur lequel sont gravés les divers signaux à transmettre (*fig.* 65).

Au centre de ce cadran peut se mouvoir une roue

Fig. 65.



dentée R dont le nombre des dents est égal à la moitié du nombre des signaux à transmettre et qui porte l'aiguille indicatrice I.

La roue R est actionnée par une ancre A dont les becs, en appuyant sur le milieu du côté oblique de chaque dent, la forcent à glisser et à avancer d'une quantité égale à la moitié de sa longueur.

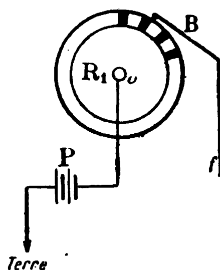
Chaque oscillation de l'ancre produit donc un avancement d'une demi-dent de la roue R et fait passer l'aiguille I d'un signal donné sur le suivant.

Le mouvement d'oscillation de l'ancre lui est imprimé par un électro-aimant E dont l'ouverture est continuellement rappelée par un ressort *r* dont on peut régler la tension par une vis de rappel.

Cet électro-aimant E est relié d'une part avec le fil de ligne *f* et d'autre part avec la terre.

Transmetteur. — Le transmetteur comprend un plateau fixe, portant les mêmes signaux que le

Fig. 66.



cadran du récepteur, sur lequel peut se déplacer une manette qui entraîne avec elle un arbre vertical sur lequel est monté un commutateur spécial.

Ce commutateur (*fig.* 66) est formé d'une roue

métallique R_1 sur le pourtour de laquelle sont encadrées des lames isolantes en nombre égal à la moitié du nombre des signaux à transmettre. Sur le pourtour du disque s'appuie un balai B relié au fil de ligne.

D'autre part, l'axe O du disque est relié à l'un des pôles d'une pile P dont l'autre pôle est à la terre.

Fonctionnement de la jonction. — En faisant tourner à la main la roue R_1 par la manette qui la commande, on envoie un courant dans la ligne chaque fois que le balai appuie sur une partie métallique, et l'on coupe ce courant chaque fois que ce balai porte sur une lame isolante.

Chaque émission de courant produit une oscillation de l'ancre sous l'action de l'électro E du récepteur, tandis que chaque rupture produit une oscillation en sens inverse sous l'action du ressort de rappel *r*; le fonctionnement est donc évident.

L'instrument possédant une self-induction assez forte par suite de la présence de l'électro-aimant E, le fonctionnement est assez lent et la rupture du parallélisme peut facilement se produire entre l'organe meneur et l'organe mené, sans que rien ne vienne en avertir le poste récepteur. De plus, il est nécessaire d'employer des courants d'une intensité assez forte pour que l'ancre ait assez de force pour déplacer l'organe mené.

Wheatstone a fait disparaître ce dernier inconvénient en renonçant à faire jouer à l'ancre le rôle de moteur et en faisant mouvoir l'organe mené par un mécanisme d'horlogerie; l'électro-aimant ne fait plus

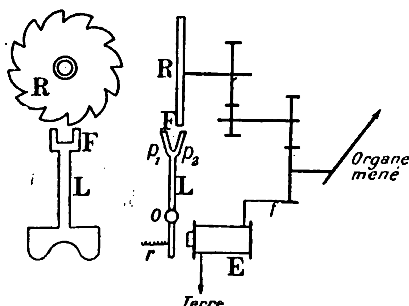
alors que déplacer un arrêt qui s'oppose au mouvement de l'organe mené, pour lui permettre de se transporter sur le point voulu du cadran.

III. — Appareil télégraphique Bréguet.

Le principe de la jonction du télégraphe Bréguet est le même que celui de l'appareil Wheatstone et les deux appareils ne diffèrent l'un de l'autre que par des détails de construction.

L'organe mené est relié au dernier mobile (*fig.* 67)

Fig. 67.



d'un mécanisme d'horlogerie qui l'entraîne toujours dans le même sens.

Le déclanchement du mécanisme est produit par une roue dentée R dont les déplacements sont limités par une fourchette F, formée de deux palettes p_1 et p_2 dont la distance est égale à la moitié de l'intervalle qui sépare deux dents consécutives de la roue R.

De plus, les palettes ne sont pas dans un même plan parallèle à celui de la roue, de sorte qu'une des deux palettes agit toujours seule pour maintenir la roue R.

La fourchette F est commandée par un levier L mobile autour de l'axe O et qui sert d'armature à un électro E relié d'un côté à la ligne et de l'autre côté à la terre.

Lorsque l'électro-aimant abandonne son armature qui s'éloigne sous l'action du ressort r, la palette p_2 abandonne la roue qui s'avance sous l'action du mécanisme d'horlogerie jusqu'à ce que la palette p_1 soit à son tour rencontrée par la dent qui suit. D'après la distance des palettes, on voit que la roue s'avance de la moitié de l'épaisseur d'une dent quand le levier L fait une demi-oscillation dans un sens ou dans l'autre.

Pour que le jeu de l'appareil soit régulier et que les mouvements puissent se succéder rapidement, il faut que la masse de l'armature, l'amplitude de ses oscillations, la tension du ressort de rappel et la force du mouvement d'horlogerie soient dans des rapports convenables, afin que les mouvements produits par les actions indépendantes de l'électro-aimant et du mécanisme d'horlogerie se fassent avec une rapidité égale.

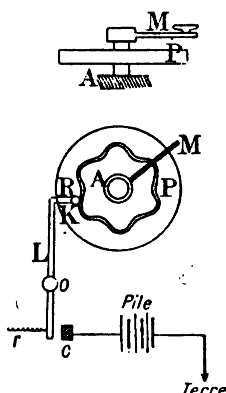
Le transmetteur comprend une manette M (*fig.* 68) qui peut être soulevée et portée successivement sur les divers signaux, et y être arrêtée au moyen d'un talon qui s'enfonce dans des crans.

Cette manette entraîne dans son mouvement un arbre A portant un plateau métallique P, dans

l'épaisseur duquel est creusée une rainure R en forme de came, présentant des sinuosités régulières et dont les parties convexes sont en nombre égal à la moitié des signaux à transmettre.

Dans cette rainure s'enfonce une cheville K portée par un levier L qui prend un mouvement d'oscilla-

Fig. 68.



tion autour de l'axe O quand la roue tourne autour de son axe.

Le levier L, maintenu par le ressort *r*, vient en oscillant successivement appuyer contre le contact *c*, qui communique avec un des pôles de la pile, l'autre pôle étant à la terre.

Le fil de ligne est réuni au plateau P.

Le fonctionnement du mécanisme est évident. Le circuit total comprend :

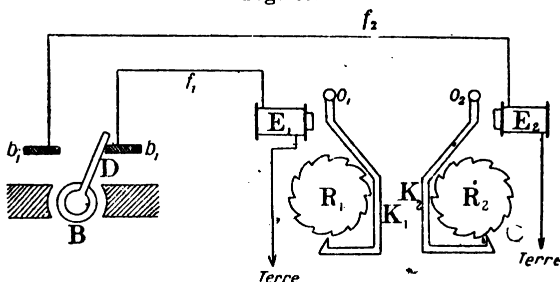
La pile P — le contact *c* — le levier L — le pla-

teau P — le fil de ligne — l'électro du récepteur — la terre.

IV. — Télémétrographe Siemens et Halske.

Dans cet appareil, l'organe meneur est relié par un train d'engrenages à une bobine Siemens B placée entre les pôles d'un fort aimant permanent (*fig.* 69).

Fig. 69.



Sur l'axe de cette bobine est monté un commutateur à friction formé d'un doigt D qui s'appuie sur l'une des bornes b_1 ou b_2 suivant le sens de rotation de l'organe meneur.

Ces deux bornes b_1 et b_2 sont reliées aux deux fils de ligne f_1 et f_2, et les deux extrémités du fil induit de la bobine sont reliées l'une au doigt D, l'autre à la terre.

Le déplacement de l'organe meneur communique à la bobine B un mouvement de rotation rapide, qui envoie dans l'un ou l'autre des fils de ligne, suivant

le sens de rotation de l'organe meneur, un courant alternatif.

Le poste récepteur comprend deux mécanismes identiques correspondant chacun à un sens de marche de l'organe mené.

Chacun de ces mécanismes comprend un électro-aimant E_1 relié d'une part au fil de ligne f_1 et d'autre part à la terre.

Cet électro attire ou repousse alternativement suivant le sens du courant une armature A_1 qui peut osciller autour de l'axe O_1. Cette armature est reliée à une sorte d'ancre d'échappement K_1 qui entraîne à chaque oscillation une roue à rochet R_1 reliée par un engrenage avec l'organe mené.

Cet organe avance donc d'un mouvement saccadé reproduisant le mouvement de l'organe meneur, avec une approximation égale à l'écart angulaire correspondant à deux inversions successives du courant dans le fil f_1.

Si l'on renverse le sens de marche de l'organe meneur, le doigt D appuie sur la borne b_2 et le courant produit actionne l'électro E_2 dont l'armature commande, mais en sens contraire, le mouvement de la roue R_2 montée sur le même arbre que la roue R_1. Il y a donc renversement de marche de l'organe mené.

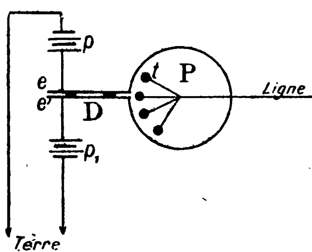
V. — Appareil proposé par MM. Sigault et Maurice.

Principe de la jonction. — L'organe meneur est monté sur un plateau horizontal P (*fig.* 70) muni

d'un certain nombre de tenons métalliques en communication avec le sol par l'intermédiaire du fil de ligne qui relie le récepteur au transmetteur.

Un doigt fixe D, formé de deux lames métalliques

Fig. 70.



isolées l'une de l'autre, est successivement en prise avec les tenons du plateau.

Les deux lames sont réunies l'une l avec le pôle (+) d'une pile p, l'autre l' avec le pôle (—) d'une pile p_1; les deux autres pôles des piles étant à la terre.

Le plateau tournant avec l'organe meneur, chaque fois que le doigt fixe rencontre un des tenons, un courant est envoyé dans la ligne et le sens de ce courant dépend lui-même du sens de rotation du plateau.

Le mouvement de l'organe mené du récepteur dépend, comme on le verra plus loin, des interruptions du courant et de ses changements de sens.

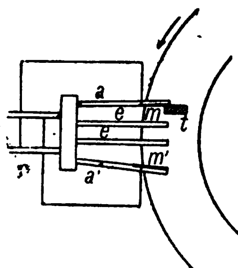
Transmetteur. — Pour ne pas être conduit à un nombre exagéré de tenons, le plateau unique est remplacé par un train de roues dentées dont le

dernier organe porte les tenons. En combinant judicieusement les nombres de dents, on peut obtenir facilement pour la dernière roue du système des dimensions acceptables et un espacement convenable pour les tenons.

Le transmetteur étant ainsi organisé, chaque fois qu'un tenon franchit le doigt fixe, il donne lieu à la production d'un courant qui sera utilisé plus tard pour faire avancer d'une dent une roue réceptrice; mais il faut remarquer que l'appui seul du tenon sur le doigt détermine le courant, qu'il y ait franchissement ou non; par conséquent, si le contact n'est pas franchi, le récepteur sera en avance d'une dent sur le transmetteur.

Pour éviter cet inconvénient, l'extrémité du doigt fixe est embrassée par une fourchette isolante (*fig.* 71)

Fig. 71.



portant deux petites plaques métalliques *m* et *m'*. Chacune de ces plaques est réunie électriquement à la lame du doigt D qui ne lui fait pas face.

La longueur des lames *l* et *l'* est telle que ces

lames débordent légèrement les branches *a* et *a'* de la fourchette.

D'autre part, la rigidité des diverses pièces est calculée de telle façon que les branches *a* et *a'* sont plus rigides que les tenons, et ceux-ci le sont plus que les lames *l* et *l'* de l'extrémité du doigt D.

Le plateau des tenons tournant dans le sens de la flèche, chacun des tenons vient successivement se présenter devant la fourchette.

La branche *a* porte d'abord contre le tenon par sa partie isolante, mais le tenon étant moins rigide que la branche fléchit d'abord, puis s'échappe et vient en contact avec la lame *l* déterminant la production d'un courant dans la ligne.

A ce moment, deux cas peuvent se présenter : ou le mouvement continue dans le même sens, ou il s'arrête pour reprendre plus tard en sens inverse.

Dans le premier cas, le doigt étant moins rigide que le tenon va s'infléchir; mais, comme il est plus long que la lame *a'* de la fourchette, il la garantit de tout contact avec la plaque *m'* de la fourchette.

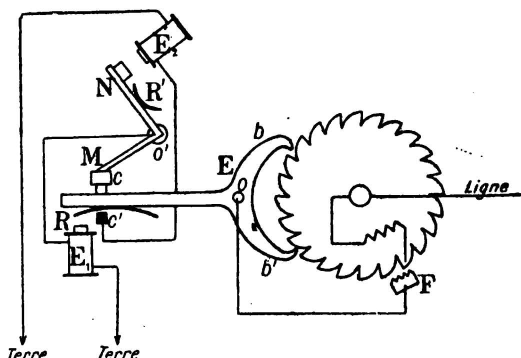
Dans le deuxième cas, la branche *a* vient en contact avec le tenon par sa face inférieure portant la plaque *m*. Un courant est envoyé par la lame *l'*, donc de sens inverse du courant précédent, produisant dans le récepteur l'échappement de la dent dont cet appareil est en avance.

Récepteur. — L'organe mené est porté par une roue horizontale ayant autant de dents que de tenons sur le plateau transmetteur (*fig.* 72).

La rotation de la roue est obtenue au moyen d'un

certain nombre de petits électros reliés au fil de ligne et compris entre de forts barreaux aimantés de pôles alternés; suivant le sens du courant envoyé

Fig. 72.



dans les électros, la roue tourne dans un sens ou dans l'autre.

Le courant arrive dans ces électros par l'axe de la roue portant l'organe mené et en ressort par le peigne F communiquant avec la terre, dont les dents frottent sur des arcs isolés distribués sur une circonférence voisine des bords de la roue.

En face de la roue est disposé un échappement à ancre E oscillant autour d'un axe O relié électriquement avec le peigne F.

Tant que le courant ne passe pas, l'ancre est immobilisée et est maintenue en prise avec une dent de la roue, par le bec *b* de l'ancre, au moyen d'un ressort R, qui maintient également la queue de l'ancre contre le contact C.

En même temps, un autre ressort R′ maintient appuyé contre le contact C un des bras d'un levier coudé MO′N mobile autour de l'axe O′.

Le mouvement de l'ancre, ainsi que celui du levier coudé, sont commandés au moyen de deux électro-aimants E_1 et E_2 reliés à la terre, placés en regard de la queue de l'ancre et du bras O′M du levier coudé.

L'électro E_1 communique avec l'axe O′ et l'électro E_2 avec un contact C′.

Lorsque le transmetteur envoie un courant dans le fil de ligne, l'électro E_1 fonctionne, fait basculer l'ancre d'échappement, la roue avance d'une demi-dent et est arrêtée aussitôt par l'autre bec *b′* de l'ancre.

Au moment où l'ancre bascule, la queue quittant le contact C, le courant est coupé dans l'électro E_1, le ressort R agit et ramène l'ancre dans sa position primitive, avec cette différence que le bec *b* est en prise une dent plus loin.

Si le courant envoyé par le transmetteur a une durée instantanée, c'est à ce mouvement élémentaire de l'ancre que se réduit le mouvement du récepteur; mais, si l'émission de courant a une certaine durée, le récepteur va se mettre à fonctionner comme une sonnerie électrique et la roue qui porte l'organe mené va se mettre à tourner tant que ce courant ne sera pas interrompu.

Le rôle du levier coudé MO′N est destiné à empêcher ce mouvement et à immobiliser l'ancre dès que son bec *b* est revenu en prise.

Au moment où le contact est rompu entre C et la queue de l'ancre, le courant passe par le contact C′

et l'électro E_2, cet électro attire alors la branche O'M du levier coudé et coupe le courant entre la branche O'N et C et par conséquent dans l'électro E_1 qui est immobilisé.

Enfin, pour que le contact entre la queue de l'ancre et la borne C' ne soit pas interrompu pendant toute la durée de l'action d'un même courant, cette borne, au lieu d'être fixe, est reliée par une tige isolante au levier coudé et est entraînée avec lui de façon à venir buter contre la queue de l'ancre, lorsque le levier est attiré.

Telle est dans son ensemble l'organisation de la jonction proposée par MM. Sigault et Maurice.

Cet appareil, qui n'a pas été construit, ne paraît pas très bien conçu, en ce sens que le courant traverse un circuit dont la self-induction doit être considérable, étant donnée la multiplicité des bobines interposées sur ce circuit; en outre, le récepteur doit posséder une inertie très considérable.

Le temps nécessaire à l'établissement du courant dans un pareil circuit et au fonctionnement du récepteur doit être très grand relativement à la durée probable de l'émission, les ruptures de parallélisme seraient donc certainement fréquentes et aucun organe ne permet au poste récepteur d'être averti de cette rupture.

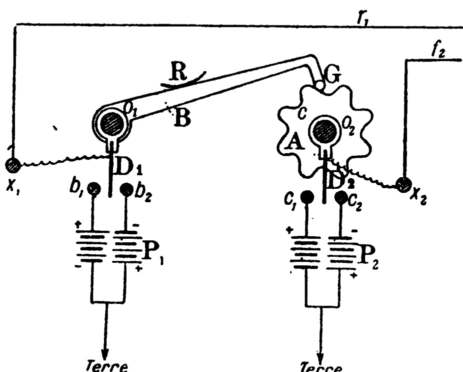
VI. — Jonction Le Goarant de Tromelin.

Transmetteur. — Dans cet appareil, l'organe meneur est réuni par un train d'engrenages avec un

axe O_1 (*fig.* 73) qui fait un tour complet toutes les fois que l'organe mené tourne de 30 minutes.

Sur cet axe O_1 sont montés deux commutateurs qui sont respectivement reliés aux deux fils f_1 et f_2 et

Fig. 73.



qui sont appelés l'un *commutateur d'échappement* et l'autre *commutateur d'inversion.*

Commutateur d'échappement. — Le commutateur d'échappement comprend une came C en forme d'étoile calée sur l'axe O_2.

Sur cette came s'appuie continuellement, sous l'action du ressort R, un galet porté par un bras B mobile autour de l'axe O_1.

Quand l'axe O_2 tourne sous l'action de l'organe meneur, la came C imprime donc au bras B un mouvement alternatif.

Dans son mouvement, le bras B entraîne un

doigt D_1 qui oscille entre deux butées b_1 et b_2 reliées respectivement aux pôles de noms contraires de deux piles P_1 dont les autres pôles sont à la terre.

De son côté le doigt D_1 est relié d'une façon constante par la borne x_1 avec le fil de ligne f_1.

La came C tournant d'une façon continue, le bras B oscille, comme on l'a dit, entraînant avec lui le doigt D_1 qui appuie alternativement sur les deux bornes b_1 et b_2, inversant chaque fois le sens du courant dans le fil f_2.

La came ayant huit dents, le renversement de sens a donc lieu seize fois pour un tour de l'axe O_2 et, comme cet axe fait un tour quand l'organe meneur tourne d'un angle de 30′, il y a renversement de sens chaque fois que l'organe meneur tourne de $\frac{30'}{16}$, soit $\frac{1}{32}$ de degré.

Commutateur d'inversion. — Le commutateur d'inversion comprend une bague H montée à frottement dur sur l'axe O_2 et portant un doigt D_2 qui oscille entre deux butées c_1 et c_2.

Comme pour le commutateur d'échappement, les deux butées c_1 et c_2 sont reliées aux pôles de noms contraires de deux piles P_2 dont les autres pôles sont à la terre.

Le doigt D_2 est lui-même relié avec le second fil de ligne f_2 par l'intermédiaire de la borne x_2.

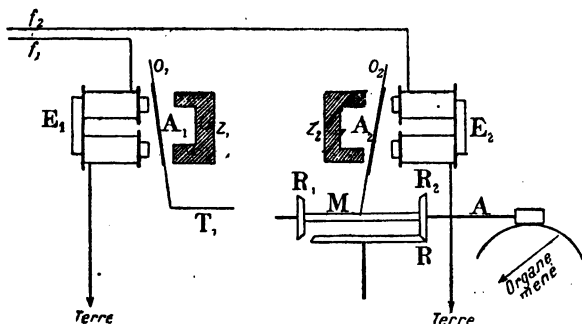
Quand l'axe O_2 tourne dans un sens, celui de la flèche par exemple, le doigt D_2 appuie sur la butée c_2 et un courant d'un certain sens est envoyé dans le fil f_2; ce courant continue de passer et toujours dans

le même sens tant que l'axe O_2 et par suite l'organe meneur tournent dans le même sens.

Quand on renverse le sens de marche de l'organe meneur, l'appui du doigt D_2 se fait sur la butée c_1 et le courant est inversé dans le fil f_2.

Récepteur. — Le récepteur comprend deux électros E_1 et E_2 dits *d'échappement et d'inversion* (*fig.* 74)

Fig. 74.



reliés respectivement aux deux fils de ligne f_1 et f_2.

L'armature A_1 de l'électro d'échappement E_1, qui est polarisée sous l'influence d'un gros aimant permanent z_1, oscille autour de l'axe O_1, entraînant avec elle la tige T_1 qui commande le déclenchement d'un mécanisme d'horlogerie auquel est relié l'organe mené.

Ce déclenchement se produit à chaque oscillation de l'armature A_1, c'est-à-dire à chaque renversement de courant dans le fil f_1. Ce renversement correspondant, comme on l'a vu, à un avancement

de l'organe meneur de $\frac{1}{32}$ de degré, la liaison entre le mécanisme d'horlogerie et l'organe mené est telle que cet organe avance également de $\frac{1}{32}$ de degré à chaque déclenchement du mécanisme.

L'électro-aimant d'inversion E_2 relié au fil de ligne f_2 possède comme l'électro d'échappement une armature A_2 mobile autour de l'axe O_2 et polarisée par l'aimant z_2. Cette armature oscille à chaque renversement de sens du courant dans f_2, c'est-à-dire à chaque changement de sens de marche de l'organe meneur, et elle va être utilisée à renverser le sens de marche de l'organe mené.

A cet effet, le dernier mobile du train d'engrenages du mécanisme d'horlogerie est une roue d'angle R, qui peut engrener soit avec la roue R_1, soit avec la roue R_2 sous l'action de l'armature A_2, comme on va le voir.

Les deux roues R_1 et R_2 sont fixées toutes les deux sur un manchon M claveté sur l'arbre A commandant l'organe mené. Le manchon M, tout en pouvant entraîner dans sa rotation l'arbre A, peut donc également se déplacer transversalement sur lui, en faisant engrener soit la roue R_1, soit la roue R_2 avec la roue R.

Ce mouvement transversal du manchon M lui est communiqué par le mouvement de l'armature A_1 et l'on voit qu'à chaque oscillation de l'armature A_1, c'est-à-dire à chaque changement de sens de marche de l'organe meneur, c'est la roue R_1 ou la roue R_2 qui vient engrener avec la roue R, produisant ainsi le changement de sens de rotation de l'arbre A, et par suite le changement de marche de l'organe

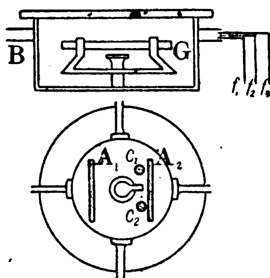
mené, sans que pour cela le sens de marche du mécanisme d'horlogerie ait lui-même été interverti.

La jonction de Tromelin a été employée pour l'organisation de deux télémètres de côte qui ont été construits par M. Dumoulin-Froment, et qui ont assez bien fonctionné. On a pu arriver à 64 et même 96 renversements à la seconde; mais il arrive fréquemment qu'à cette vitesse le parallélisme entre les deux organes meneur et mené soit rompu, sans que rien dans l'organisation ne vienne en avertir.

VII. — Boussole autodirectrice système Peichl.

Dans la classe des appareils à échappement se range la boussole autodirectrice de M. J. von Peichl,

Fig. 75 et 76.



directeur de la Compagnie maritime hongroise *Adria* et qui, sans avoir la sensibilité du dispositif Bersier, présente cependant un certain intérêt.

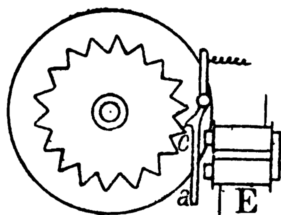
La boussole est renfermée dans une boîte B (*fig.* 75)

suspendue par un joint à la Cardan dans une sorte d'étrier, porté par des galets qui roulent dans le fond de l'habitacle, au-dessus duquel se trouvent la rose des vents et son repère indicateur.

Sur le pivot portant l'ensemble des deux aiguilles A_1 et A_2 est fixé un bras qui vient appuyer sur l'un ou l'autre des contacts C_1 et C_2 fixés sur le fond de la boîte B.

Les contacts C_1 et C_2 et le pivot des aiguilles sont réunis aux trois fils f_1, f_2 et f_3 qui sortent par un des

Fig. 77.



tourillons de la boîte, traversent le pivot de l'étrier et aboutissent à trois bagues b_1, b_2 et b_3, portées par l'axe de l'étrier (*fig.* 78) et sur lesquelles frottent trois balais K_1, K_2 et K_3. Le balai K_3 est réuni au pôle négatif de la pile P. Les balais K_1 et K_2 sont réunis à deux autres balais g_1 et g_2 qui frottent sur deux bagues d_1 et d_2 fixées sur l'arbre creux Q.

Les deux bagues d_1 et d_2 sont réunies respectivement aux deux électro-aimants E_1 et E_2 dont les autres extrémités des fils sont réunies à une troisième bague d_3 portée par l'arbre Q.

Cet arbre Q peut tourner sous l'action d'un méca-

... len-
... rté
...
... sitif
... la
...
... qui

...

... oyen
... urner
... roue

... deux

goupilles commandées respectivement par chacun des électro-aimants E_1 et E_2.

Enfin l'arbre Q peut entraîner l'axe de l'étrier dans un sens ou dans l'autre au moyen de deux roues coniques.

Il est maintenant facile de comprendre le fonctionnement du système.

Quand le navire dévie de sa route, l'ensemble des aiguilles de la boussole en tournant fait appuyer le bras porté par le pivot sur l'un des bras C_1 ou C_2.

Soit C_1 par exemple.

Le circuit électrique est alors le suivant :

Pôle (+) de la pile P — Electro E qui libère le mécanisme d'horlogerie — Balai g_3 — Bague d_3 — Electro E_1 qui embraye l'arbre Q — Bague d_1 — Balai g_1 — Balai K_1 — Bague b_1 — Contact C_1 — Pivot de l'étrier — Bague b_3 — Balai K_3 — Pôle (—) de la pile.

L'arbre Q en tournant entraîne avec lui tout le mécanisme formé par l'étrier et la boîte de la boussole, et le fait tourner d'un angle égal et contraire à la déviation du navire, de manière à ramener le bras porté par le pivot des aiguilles à égale distance des deux contacts C_1 et C_2.

Il en serait de même si le contact se faisait en C_2, et, comme l'on peut rendre l'écartement des contacts C_1 et C_2 aussi faible qu'on le veut, l'appareil constitue un servomoteur dont la sensibilité est théoriquement illimitée.

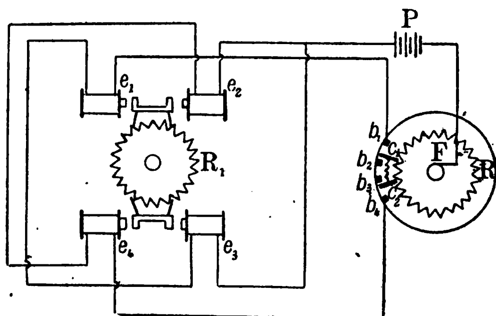
Appareil récepteur. — L'appareil transmetteur porte une grande roue R de 360 dents, réunie au pôle

positif de la pile P_1 (*fig.* 79) par un frotteur F.

Sur cette roue s'appuient deux cliquets c_1 et c_2 qui oscillent entre des butées b_1, b_2, b_3 et b_4.

Les butées b_1 et b_4 sont réunies au pôle (—) de P_1

Fig. 79.



par l'intermédiaire respectif des électros e_1 et e_3 — e_2 et e_4.

Les armatures des électros e_1, e_2, e_3 et e_4 actionnent par des cliquets la roue R_1 de l'appareil répétiteur divisée également en 360 dents.

Suivant le sens de rotation de la roue R les cliquets c_1 et c_2 viennent en contact avec les butées b_1 ou b_4 et, suivant le cas, c'est la paire diagonale d'électros e_1 et e_3 ou e_2 et e_4 qui agit en faisant tourner la roue R_1 dans le même sens et de la même quantité que la roue R.

Par suite l'aiguille indicatrice portée par R_1 reproduit exactement les mouvements du navire de part et d'autre de sa course normale.



CHAPITRE VIII.

JONCTION SYSTÈME RIVALS.

Tous les systèmes étudiés plus haut présentent deux inconvénients principaux :

1° Ils ne sont pas réversibles ;

2° Le parallélisme entre l'organe mené et l'organe meneur peut être rompu sans qu'aucune indication ne vienne avertir de la rupture de ce parallélisme.

Ces deux défauts ne se retrouvent pas dans l'appareil proposé par M. le lieutenant-colonel d'artillerie Rivals et dont le principe a été exposé par lui en 1892.

L'appareil transmetteur et l'appareil récepteur étant deux organismes absolument identiques, l'adjonction d'un commutateur spécial permet de rendre la jonction réversible, l'organe meneur devenant organe mené et réciproquement.

De plus, l'organisation même de la jonction permet de la considérer comme pratiquement indéréglable.

I. — Transmetteur.

L'appareil essentiel du transmetteur de la jonction Rivals est un électromoteur à excitation indépen-

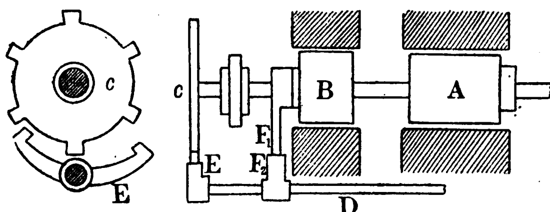
dante dont l'arbre, dit *arbre principal,* porte deux induits (*fig.* 80) disposés bout à bout dans l'entrefer de l'inducteur.

L'un des deux induits A, dit *induit moteur,* est claveté sur l'arbre principal et tourne avec lui.

L'autre induit B, dit *induit oscillant,* est fou sur cet arbre. Il est maintenu en bout et ne peut se déplacer dans le sens longitudinal.

L'induit moteur est un petit induit enroulé en

Fig. 80.



tambour, muni d'un collecteur analogue à celui de l'organe similaire d'une dynamo à courant continu.

L'induit oscillant est également enroulé en tambour, mais il ne porte que deux enroulements inverses aboutissant à un collecteur ne comportant que deux larges lames.

Sur chaque collecteur appuient deux balais.

A l'extrémité de l'arbre principal est fixée une roue dentée C, dite *roue d'échappement,* dont le nombre des dents, représentant une des constantes de la jonction considérée isolément, peut être très variable suivant les applications.

Pour fixer les idées, nous supposerons que ce nombre est égal à 6.

Au-dessous de l'arbre principal et parallèlement à celui-ci se trouve un deuxième arbre D, dit *arbre d'échappement,* portant une ancre E analogue à l'organe similaire d'une horloge, et dont les becs sont engagés entre les dents de la roue d'échappement.

L'arbre d'échappement reçoit son mouvement de l'induit oscillant par l'intermédiaire de deux arcs dentés F_1 et F_2, dont l'un F_1 est fixé sur cet arbre et dont l'autre est fixé sur l'induit.

Le tracé de l'échappement est tel qu'il y ait toujours au moins un des becs de l'ancre engagé dans la denture de la roue.

Lorsque l'ancre est dans sa position moyenne, les deux becs sont engagés et la roue n'a plus de jeu dans aucun sens; lorsque l'ancre est, au contraire, dans l'une ou l'autre de ses positions extrêmes, il n'y a qu'un seul bec engagé et son jeu angulaire est alors égal à la moitié de l'intervalle angulaire qui sépare deux dents, soit ici $\frac{1}{12}$ de tour de l'arbre principal.

D'autre part, la roue d'échappement limite à un certain maximum le mouvement de l'ancre qui ne peut donc qu'osciller entre ses deux positions extrêmes; comme cette ancre est solidaire par les arcs dentés F_1 et F_2 de l'induit oscillant, le mouvement de celui-ci est lui-même arrêté dans les deux sens. Cet induit, par conséquent, ne peut qu'osciller entre deux limites fixées par le tracé même de l'échappement, et c'est de là que lui vient sa dénomination.

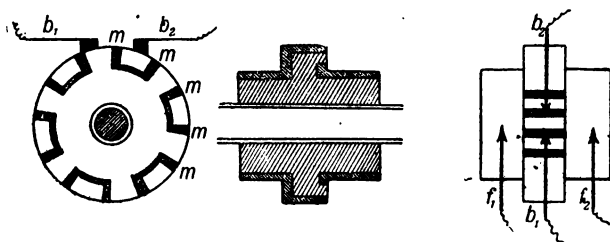
L'ensemble représente donc un véritable mouvement d'horlogerie, dans lequel le mécanisme de commande de la roue d'échappement serait l'induit moteur, tandis que le balancier serait l'induit oscillant.

Enfin, sur la roue d'échappement et faisant corps avec elle est fixé un commutateur, dit *commutateur d'échappement,* dont le but est de renverser le courant dans l'induit oscillant du récepteur de la jonction.

II. — Commutateur d'échappement.

Ce commutateur (*fig.* 81) est formé d'un disque en ébonite sur lequel sont emboîtées de part et

Fig. 81.



d'autre deux bagues de cuivre, présentant des sortes de dents qui viennent s'entre-croiser sur le pourtour du disque et qui sont séparées entre elles par des lames isolantes de mica *m*.

Chaque bague porte six dents ; l'écartement angulaire des plans médiaux de deux lames voisines est

donc de $\frac{1}{12}$ de tour, c'est-à-dire précisément égal au jeu du bec de l'ancre dans la denture de la roue d'échappement.

Il n'existe aucune communication électrique entre les deux disques qui sont maintenus d'une façon constante à des potentiels différents, ainsi que les lames qui en sont solidaires, au moyen de deux frotteurs f_1 et f_2 appuyant sur des bagues faisant corps respectivement avec chacun des disques.

Enfin, le commutateur se déplace sous deux balais b_1 et b_2 qui s'appuient sur deux génératrices de la surface extérieure distantes de $\frac{1}{12}$ de tour. Donc, quand l'un des balais appuie sur une lame au potentiel (+), l'autre appuie sur une lame (—) et inversement.

Les deux balais sont réunis par un circuit,. dit *circuit d'échappement,* et l'on voit que le courant est inversé dans ce circuit chaque fois que le commutateur tourne de $\frac{1}{12}$ de tour, c'est-à-dire de la quantité autorisée par une demi-oscillation de l'ancre.

Une des particularités de ce commutateur d'échappement repose dans la forme même des balais. Ces balais ont, en effet, une surface d'appui qui est toujours plus large que les baguettes isolantes de mica séparant deux lames voisines des disques, et moins larges que ces lames elles-mêmes. Il en résulte que les balais portent toujours sur au moins une lame de cuivre et qu'il ne peut jamais y avoir interruption dans le circuit d'alimentation.

D'autre part, lorsque les balais sont à cheval sur les baguettes isolantes, ils mettent en communication deux lames voisines, et le courant, au lieu d'être alors

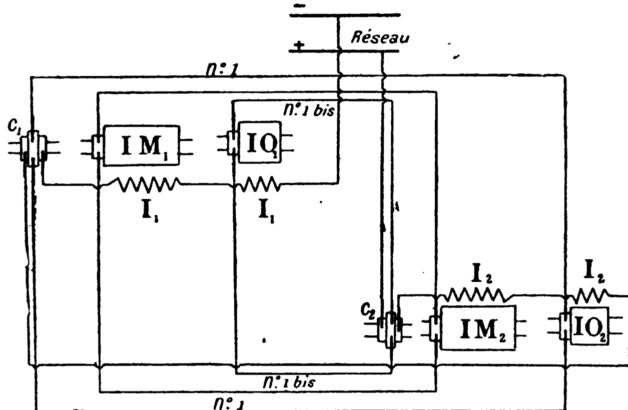
envoyé dans le circuit d'échappement de plus grande résistance, se ferme dans la masse même du balai; le commutateur est dit alors en court-circuit.

III. — Récepteur.

Le récepteur de la jonction est absolument semblable au transmetteur.

Organisation des circuits électriques dans la jonction. — L'énergie électrique nécessaire au fonctionnement

Fig. 82.



des différents organes est fournie par une source indépendante quelconque (*fig.* 82).

Le commutateur d'échappement C_1 du transmetteur est monté sur l'induit oscillant (IO_2) du récepteur

par l'intermédiaire du circuit d'échappement n° 1.

Le commutateur d'échappement C_2 du récepteur est monté sur l'induit oscillant (IO_1) du transmetteur par l'intermédiaire du circuit d'échappement n° 1 *bis*.

Le circuit, dit *circuit principal,* alimente successivement l'inducteur I_1 et le commutateur d'échappement C_1 du transmetteur, puis l'inducteur I_2 et le commutateur d'échappement C_2 du récepteur.

Les deux induits moteurs (IM_1) et (IM_2) sont montés en série sur un même circuit dit *circuit d'inversion.*

IV. — Conditions de réglage.

Par construction, les modes d'enroulement des inducteurs et des induits sont identiques dans les deux appareils de la jonction.

Les deux induits moteurs montés en série sont couplés de telle sorte que ces organes soient toujours sollicités à tourner dans le même sens. Dès que le courant est inversé dans le circuit d'inversion, ces deux induits sont donc sollicités à revenir simultanément en arrière.

Dans chacun des appareils de la jonction le système d'échappement, roue, ancre et commutateur, est monté de telle façon que, lorsqu'une dent de la roue bute contre le bec de l'ancre qui est engagée dans la denture, les balais du commutateur portent en plein sur le milieu des lames conductrices.

Quand, au contraire, l'ancre est dans sa position

moyenne, le commutateur est en court-circuit.

De plus, les circuits d'échappement sont organisés de telle façon que les induits oscillants soient sollicités à tourner dans des sens différents lorsque les roues d'échappement butent toutes les deux et du même côté contre leur ancre.

Fonctionnement de la jonction. — Nous supposerons, pour le moment, que près du transmetteur se trouve un commutateur-inverseur recevant son courant d'une source indépendante quelconque, et permettant de lancer ce courant dans un sens ou dans l'autre dans le circuit d'inversion et, par conséquent, dans les deux induits moteurs.

Nous supposerons, en outre, qu'au moment du départ les deux roues d'échappement butent toutes les deux et du même côté contre leur ancre (en maintenant les roues à la main, par exemple.)

Marche directe. — Si, maintenant, on envoie un courant d'un sens déterminé dans le circuit d'inversion et qu'on libère en même temps les ancres : les induits oscillants étant, comme on l'a dit, sollicités à tourner dans des sens différents, un de ces induits, celui du transmetteur, par exemple, va basculer entraînant avec lui son ancre d'échappement.

La roue d'échappement du transmetteur n'étant plus retenue par le bec de l'ancre qui vient de basculer, l'induit moteur se met à tourner entraînant son arbre et, par suite, la roue et le commutateur d'échappement ; et cela jusqu'au moment où une

dent de la roue va rencontrer l'autre bec de l'ancre qui l'arrêtera dans son mouvement, soit de $\frac{1}{12}$ de tour.

Mais le commutateur d'échappement du transmetteur ayant tourné de $\frac{1}{12}$ de tour, le courant est inversé dans le circuit n° 1. Par suite de cette inversion de courant, l'induit oscillant du récepteur va basculer entraînant son ancre, et libère, par conséquent, l'induit moteur du récepteur qui va avancer également de $\frac{1}{12}$ de tour et seulement de cette quantité, se conformant ainsi exactement au mouvement du transmetteur.

Mais l'induit moteur du récepteur en tournant entraîne avec lui son commutateur d'échappement. Le courant est donc inversé dans le circuit n° 1 *bis*, l'induit oscillant du transmetteur va basculer, libérant de nouveau la roue d'échappement, et, par suite, l'induit moteur, qui va pouvoir avancer de nouveau d'un battement qui sera aussitôt reproduit par le récepteur, et ainsi de suite tant que le courant n'est pas interrompu dans le circuit d'inversion.

On voit donc que l'avancement du transmetteur est continuellement haché par l'échappement et limité à des bonds de la valeur d'un battement, c'est-à-dire de $\frac{1}{12}$ de tour, tandis que le récepteur se conforme au mouvement du transmetteur avec un retard qui ne peut jamais dépasser la valeur de ce même battement.

Si, pour une cause quelconque, le récepteur est arrêté, le transmetteur s'arrête également ; si même le récepteur est simplement retardé, le transmetteur est obligé de se conformer à son mouvement ; tout déréglage est donc impossible.

impossibles, qu'à la condition qu'aucun effort extérieur ne vienne contrebalancer l'action des champs inducteurs. Tant que les efforts à vaincre ne sont que les résistances passives inhérentes aux mécanismes eux-mêmes, il ne peut en résulter qu'un ralentissement ou un arrêt dans le fonctionnement de la jonction, mais pas de déréglage.

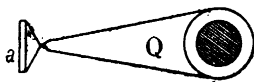
Le déréglage, au contraire, est possible si un effort résistant vient contrebalancer l'effet du couple moteur de l'induit, d'où la nécessité d'organiser, comme on le verra plus loin, une liaison non réversible entre les organes meneur ou mené et les induits moteurs.

D'autre part, la constance du réglage exige que le renversement de l'ancre ne puisse avoir lieu sous une autre influence que celle du renversement du courant.

Pour éviter cette cause d'erreur, la jonction comprend un dispositif de sûreté qui maintient l'induit oscillant dans l'une ou l'autre de ses positions extrêmes tant qu'il n'y a pas de renversement de courant.

A cet effet, l'arbre d'échappement porte une queue Q perpendiculaire à sa direction (*fig.* 83),

Fig. 83.



dont l'extrémité se termine par une arête mousse parallèle à l'axe de l'arbre et qui appuie sur une pièce mobile *a* en forme de double plan incliné.

Cette pièce *a* fait corps avec un ressort à lame qui le serre continuellement contre l'arête de la queue, de sorte que l'ancre ne peut basculer qu'à la condition de faire revenir le plan incliné en arrière en fléchissant le ressort. Ce ressort fait donc frein pour maintenir l'ancre dans ses positions extrêmes.

Une vis de réglage permet de faire varier la tension du ressort de façon qu'il ne puisse que ralentir et non faire obstacle à la marche de la jonction.

VI. — Vitesse de la jonction.

Le premier appareil de ce système comprenant un transmetteur et un récepteur seuls a été construit en 1892 par la maison Dumoulin-Froment et a montré l'exactitude du principe sur lequel il repose ; le second appareil, construit en 1894 par le Laboratoire central de la Marine, à Paris, en vue de son application à un télémètre de côte, a montré que l'on pouvait atteindre facilement la vitesse de 20 à 25 battements à la seconde. Mais une pareille vitesse n'est obtenue que grâce à une série de détails de construction très bien et très logiquement étudiés, portant principalement sur les calculs des moments d'inertie de toutes les pièces des mécanismes et sur les calculs des champs inducteurs. Comme dans tous les appareils à échappement pour lesquels les différentes pièces ne peuvent jamais prendre de vitesse, l'avancement de l'induit étant toujours haché par cet échappement, l'inertie des différents organes joue, en effet, un rôle capital. Aussi l'adoption, par

exemple, de petits induits en tambour, dont le moment d'inertie est relativement faible comparé à un induit en anneau de même masse, permet-elle de doubler et au delà la vitesse de la jonction.

De même, la vitesse de démarrage de l'induit étant fonction de la grandeur du flux inducteur, il est nécessaire d'obtenir une aimantation extrêmement intense des inducteurs, ce qui conduit pour ceux-ci à des dimensions énormes et qui sembleraient absolument hors de proportions dans une dynamo de la même puissance que celle des électromoteurs employés dans la jonction.

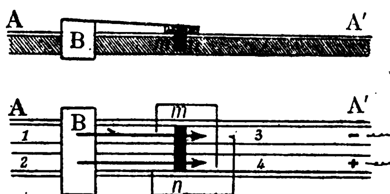
Cette vitesse de 20 à 25 battements pourrait sans doute être dépassée, mais il ne semble pas que ce puisse être dans de notables proportions, car : 1° l'emploi de grands couples moteurs conduisant forcément à l'emploi, principalement pour les échappements, d'organes robustes et, par conséquent, à plus grande inertie, on arrive très rapidement à la limite au delà de laquelle il n'y a plus d'intérêt à augmenter ces couples, un grand accroissement de l'intensité du courant ne produisant qu'une augmentation insignifiante de la vitesse ; 2° il n'est pas possible d'augmenter indéfiniment le champ, car on arrive très vite à la saturation par les noyaux des inducteurs. Dans les appareils construits pour le télémètre proposé par M. le lieutenant-colonel Rivals, l'induction avec un courant de régime de $1^{A},75$ était de plus de 19000 unités C.G.S., c'est-à-dire près de la limite de saturation des meilleurs matériaux employés dans la pratique.

VII. — Servomoteur.

Nous avons supposé jusqu'ici que le courant était envoyé dans le circuit d'inversion par l'intermédiaire d'un commutateur inverseur ordinaire ; en réalité, ce commutateur est un servomoteur, dont nous allons donner le principe.

Soit (*fig.* 84) AA′ une règle en ébonite dans laquelle sont encastrées quatre bandes de cuivre 1, 2, 3 et 4,

Fig. 84.



dont les extrémités sont séparées par une lame isolante de mica *mn* et qui sont réunies en croix (1 avec 4 et 2 avec 3) par des connexions faites dans la masse.

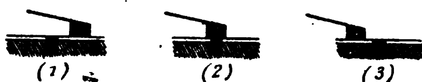
Ces lames sont maintenues électriquement : le groupe (1-4) au potentiel (+) et le groupe (2-3) au potentiel (—).

Cette règle AA′ constitue un des mobiles du servomoteur : nous l'appellerons le mobile A.

Le long de la règle peut se déplacer un chariot B n'ayant aucune liaison mécanique avec elle et qui forme le mobile B du servomoteur.

Sur le chariot B sont fixés deux balais qui frottent sur les lames de la règle et qui sont réunis aux deux extrémités du circuit d'inversion de la jonction. Il est évident que, si les balais passent de la position (1) à la position (3) (*fig.* 85), le courant est inversé

Fig. 85.



dans le circuit et réciproquement. Enfin, si les balais sont dans la position (2), le servomoteur est dit *en court-circuit*, le courant d'alimentation se ferme par la masse des balais et aucun courant ne traverse le circuit d'inversion.

Montage électrique du servomoteur dans la jonction. — Le circuit principal alimente successivement (*fig.* 86) :

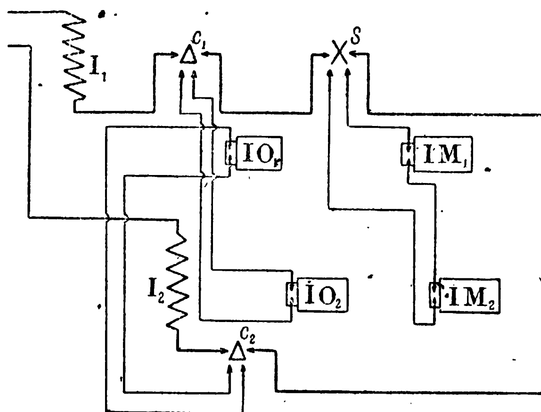
L'inducteur I_1 Le commutateur d'échappement C_1 [1] Le servomoteur S	du transmetteur.
L'inducteur I_2 Le commutateur d'échappement C_2	du récepteur.

[1] Pour simplifier les dessins schématiques, nous représenterons par la suite le commutateur d'échappement par Δ et le servomoteur par X.

Le circuit d'inversion, comprenant les deux induits moteurs de la jonction, est réuni aux balais du mobile du servomoteur.

Premier montage mécanique de la jonction. — Le montage mécanique peut se faire par deux procédés :

Fig. 86.



Le mobile A du servomoteur est réuni mécaniquement avec l'arbre principal du transmetteur par l'intermédiaire d'un train d'engrenages comprenant au moins un engrenage non réversible, de telle façon qu'aucun effort voulu ou accidentel exercé sur le mobile A ne puisse avoir sa répercussion sur l'induit moteur.

L'organe meneur est réuni de son côté avec le mobile B du servomoteur, c'est-à-dire avec le chariot.

Enfin l'organe mené est réuni par un train d'engrenages non réversible avec l'arbre principal du récepteur.

VIII. — Fonctionnement complet de la jonction.

Supposons, pour fixer les idées, que l'organe meneur est une aiguille qu'un observateur déplace le long d'un cadran gradué, suivant des indications qui lui sont commandées ou qu'il déduit de l'observation ; l'organe mené étant une pièce d'un mécanisme quelconque devant rester constamment parallèle à l'aiguille.

De plus, pour ne pas compliquer l'exposition, nous ne nous occuperons pas des induits oscillants de la jonction, dont l'étude de la succession des mouvements élémentaires a été faite précédemment.

Le servomoteur est supposé en court-circuit.

Pour envoyer une indication au poste récepteur, l'observateur, agissant directement sur l'aiguille, place celle-ci sur la division voulue du cadran, entraînant avec elle le mobile B qu'il éloigne le long du mobile A.

Un courant est envoyé dans le sens voulu dans la jonction.

Le récepteur fonctionnant synchroniquement avec le transmetteur se met donc en mouvement, entraînant avec lui l'organe mené. Mais, de son côté, l'induit moteur du transmetteur en tournant entraîne dans son mouvement le mobile A du servomoteur,

dont l'attelage est tel qu'il tend à rattraper constamment le mobile B.

Au moment où le servomoteur revient à la position de court-circuit, le courant est coupé dans le circuit d'inversion, et l'organe mené s'arrête automatiquement sans que l'erreur de parallélisme avec l'organe meneur, à la fin du mouvement, ne puisse jamais dépasser la valeur d'un battement.

Deuxième montage mécanique de la jonction. — Il peut arriver qu'il soit nécessaire de préserver l'organe meneur lui-même, qui est ici complètement libre, de tout déplacement accidentel : dans ce cas, cet organe est lui-même relié par un train d'engrenages non réversible avec l'arbre principal du transmetteur.

Pour agir sur l'organe meneur, l'observateur n'a donc plus à sa disposition que le mobile B du servomoteur. Quand il va déplacer ce mobile, la jonction va se mettre en mouvement, comme il a été dit plus haut, l'arbre du transmetteur entraînant alors non seulement le mobile A, mais encore l'organe meneur, dont le déplacement est alors synchronique, à tous les instants, avec celui de l'organe mené.

IX. — Précision du mécanisme.

L'erreur de parallélisme entre l'organe mené et l'organe meneur ne pouvant dépasser, comme on l'a vu, la valeur d'un battement, la précision du mécanisme va donc dépendre de la grandeur même de ce battement, qui peut être évidemment aussi petit

qu'on le voudra, car ce n'est plus maintenant qu'une question d'engrenages.

Soit, par exemple, deux minutes sexagésimales la valeur adoptée du battement, en s'imposant un échappement de six dents.

Un tour de l'arbre principal du récepteur correspondant à douze battements et un tour de l'organe mené à $\frac{360^\circ}{2'}$ ou 10800 battements, la raison des engrenages reliant les arbres principaux aux organes meneur ou mené est donc de

$$\frac{10800}{12} = 900,$$

qu'il est facile de résoudre avec quatre engrenages.

X. — Réversibilité de la jonction.

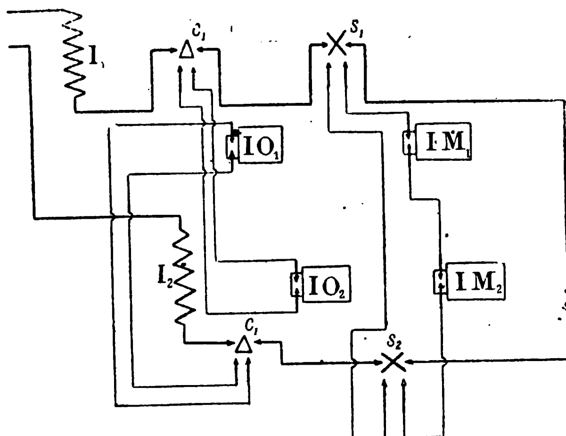
Le transmetteur et le récepteur de la jonction Rivals étant des appareils identiques, l'un ou l'autre des mécanismes peut devenir transmetteur, l'organe meneur devenant l'organe mené et réciproquement. Il suffit pour cela de munir également le récepteur d'un servomoteur que le jeu d'un commutateur spécial, dit *commutateur de manœuvre,* permet de placer dans le circuit ou hors circuit suivant que l'appareil considéré est transmetteur ou récepteur.

La jonction porte alors le nom de *jonction réciproque* et son montage électrique est le suivant :

Nous ne considérerons que le circuit principal et

le circuit d'inversion, les circuits d'échappement ne

Fig. 87.



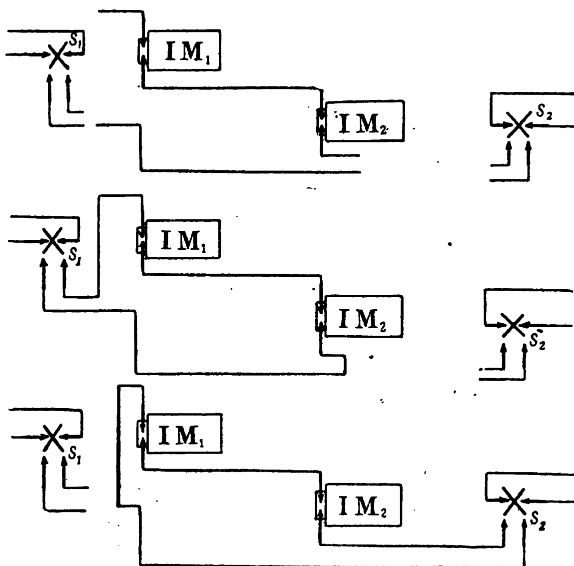
différant pas dans une jonction réciproque et dans une jonction simple.

Le circuit principal comprend ici (*fig.* 87) :

L'inducteur I_1 Le commutateur d'échappement C_1 Le servomoteur S_1	du transmetteur ;
L'inducteur I_2 Le mobile B du servomoteur S_2 Le commutateur d'échappement C_2	du récepteur.

Le circuit d'inversion comprend les deux induits moteurs en série, les deux mobiles A des servomoteurs du transmetteur et du récepteur et les deux commutateurs de manœuvre convenablement disposés dont le but, comme l'indique la figure 88, est de

Fig. 88.



mettre hors circuit le mobile A du servomoteur de l'appareil placé en récepteur.

ur tous
, donc

gir sur
te ma-
té, les
de la

herche
ommu-
impor-
mande

postes,
il faut
vre ait
et éga-
obile B

ur de Y
duit ne
rayage
circuit
dé par

ge for-
ul peut
dériva-

n de la

ération

des nombreux systèmes si variés dont on vient de donner rapidement la description, cette jonction, qui dépasse de beaucoup en ingéniosité tous les mécanismes précédents, est actuellement l'unique appareil de synchronisme qui soit théoriquement indéréglable. Sa précision est de plus pratiquement infinie, c'est une simple question d'engrenages. On a vu qu'avec un échappement à 6 dents et quatre paires de roues on peut facilement arriver à une précision de deux minutes. En ajoutant une seule paire de roues de raison 10, ce qui est possible si l'engrenage est éloigné de l'organe moteur, on arriverait à une précision de $\frac{2'}{10} = 12''$, c'est-à-dire une précision de théodolite.

Il est vrai qu'il faut compter sur les petits jeux qu'apportent inévitablement avec eux les engrenages les plus précis et dont l'influence se fait sentir, malgré les mécanismes de rattrapage de jeux, au moment des renversements de marche, mais ce n'est là qu'une cause d'erreur systématique dont la valeur peut être exactement connue à l'avance et qu'il est dès lors facile d'éviter par un dispositif spécial de l'organe meneur.

Malgré tous ces avantages, la jonction Rivals n'a pas été remarquée comme elle aurait dû l'être, l'industrie n'a pas su profiter de toutes les ressources que contenait cette invention et, à part les applications faites par son auteur même à certains appareils de télémétrie, dont les complications, plus apparentes que réelles, ont effarouché toutes les commissions, on n'en retrouve trace nulle part. Il est certain

que c'est dans cette apparence de complication qu'il faut en rechercher la cause; en particulier la nécessité d'une ligne de huit fils et la multiplicité des contacts y ont contribué pour beaucoup, mais cette complication n'est effective qu'au point de vue de la première installation et nullement au point de vue de l'emploi des appareils qui, s'ils sont bien construits, fonctionnent d'une façon parfaite, comme l'expérience l'a démontré.



CHAPITRE IX.

APPAREILS BASÉS SUR L'EMPLOI DES ONDES HERTZIENNES.

Dès l'apparition de la télégraphie sans fil, le problème s'est posé de la commande à distance sans l'interposition d'un fil métallique entre les stations transmettrice et réceptrice.

Nous donnerons ici le principe de trois dispositifs qui ont été indiqués pendant ces dernières années.

I. — Appareil système W. Jammeson et J. Trotter (1).

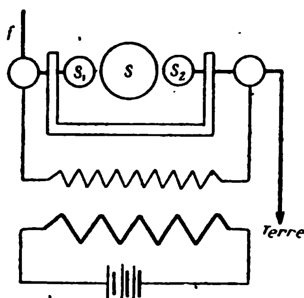
Le transmetteur (*fig.* 90) se compose d'un excitateur à trois sphères de Lodge formé d'une grande sphère S placée entre deux petites S_1 et S_2 disposées latéralement.

L'une de ces petites sphères S_2 est réunie à la terre et à l'une des bornes du circuit induit d'une bobine de Ruhmkorff. La seconde sphère S_1 est réunie

(1) Manœuvre des torpilles par les ondes hertziennes, (*Electrical Review* de New-York, 1899).

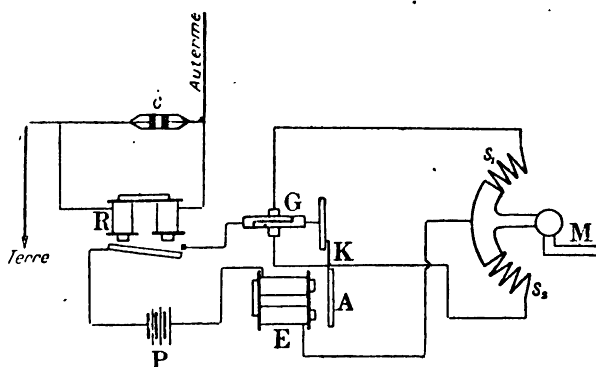
au conducteur *f* formant l'antenne du dispositif et à l'autre borne de la bobine.

Fig. 90.



Le récepteur (*fig.* 91) est formé d'un cohéreur C

Fig. 91.



très sensible qui actionne le relais R sous l'influence des ondes émises par le transmetteur.

Ce relais R commande le circuit d'une pile P dont il envoie le courant dans un électro-aimant E.

L'électro-aimant E en attirant son armature A dégage le cliquet K qui permet à un commutateur à deux directions G d'envoyer ainsi le courant soit dans le solénoïde S_1, soit dans le solénoïde S_2.

Il suffit pour cela d'organiser le montage de façon que l'envoi d'un signal, par exemple, place le commutateur G, qui est actionné par un mécanisme d'horlogerie, dans une de ses positions; tandis que l'envoi de deux signaux successifs le place dans sa deuxième position.

Celui des deux solénoïdes, au travers duquel circule le courant, attire une armature qui agit sur l'organe mené M.

Cet organe est ainsi déplacé soit à droite, soit à gauche suivant l'armature actionnée.

II. — Appareil système Orling et Braunerhjelm (1).

L'appareil (*fig.* 92) comprend un premier circuit formé d'une pile P_1, d'un cohéreur C et d'un électro-aimant E_1 servant de relais.

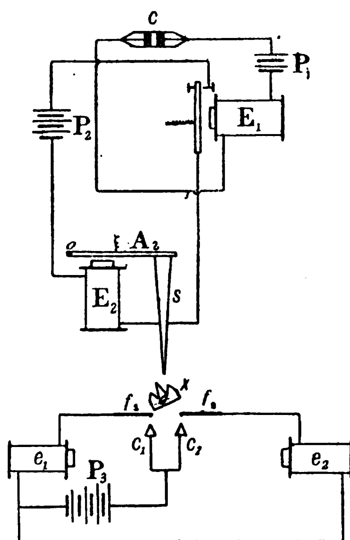
Sous l'influence des ondes reçues par l'appareil, l'électro-aimant E_1 attire son armature A_1 maintenue par le ressort r_1 et ouvre ou ferme le deuxième circuit.

(1) Brevet anglais n° 1865, du 26 janvier 1899, ayant pour titre : *Méthode et appareils pour actionner les gouvernails au moyen des ondes calorifiques, lumineuses ou électriques*, par Axel Orling et G. Georg. Braunerhjelm.

Ce deuxième circuit comprend une pile P_2 et un électro-aimant E_2.

En face de l'électro E_2 se trouve une armature A_2 mobile autour de l'axe O et qui porte un style S qui

Fig. 92.



peut venir heurter une pièce x et la faire basculer soit à droite, soit à gauche de sa position horizontale, position pour laquelle le style se trouve en regard de la dent médiane de x.

La pièce x en basculant appuie sur l'un ou l'autre des ressorts f_1 et f_2 qui, en venant rencontrer les contacts C_1 et C_2, ferme l'un ou l'autre des circuits

des deux électro-aimants C_1 et C_2 alimentés par la pile P_3.

Quand l'armature A_2 reste attirée, l'un ou l'autre des circuits des électro-aimants e_1 et e_2 est fermé et l'électro-aimant correspondant maintient l'organe mené dans une position inclinée. Quand la pression exercée sur la pièce x cesse, le ressort f_1 ou f_2 quitte le contact C_1 ou C_2 et le circuit correspondant est coupé.

Comme aucun courant ne passe plus dans les électros e_1 et e_2 l'organe mené reprend automatiquement sa position moyenne.

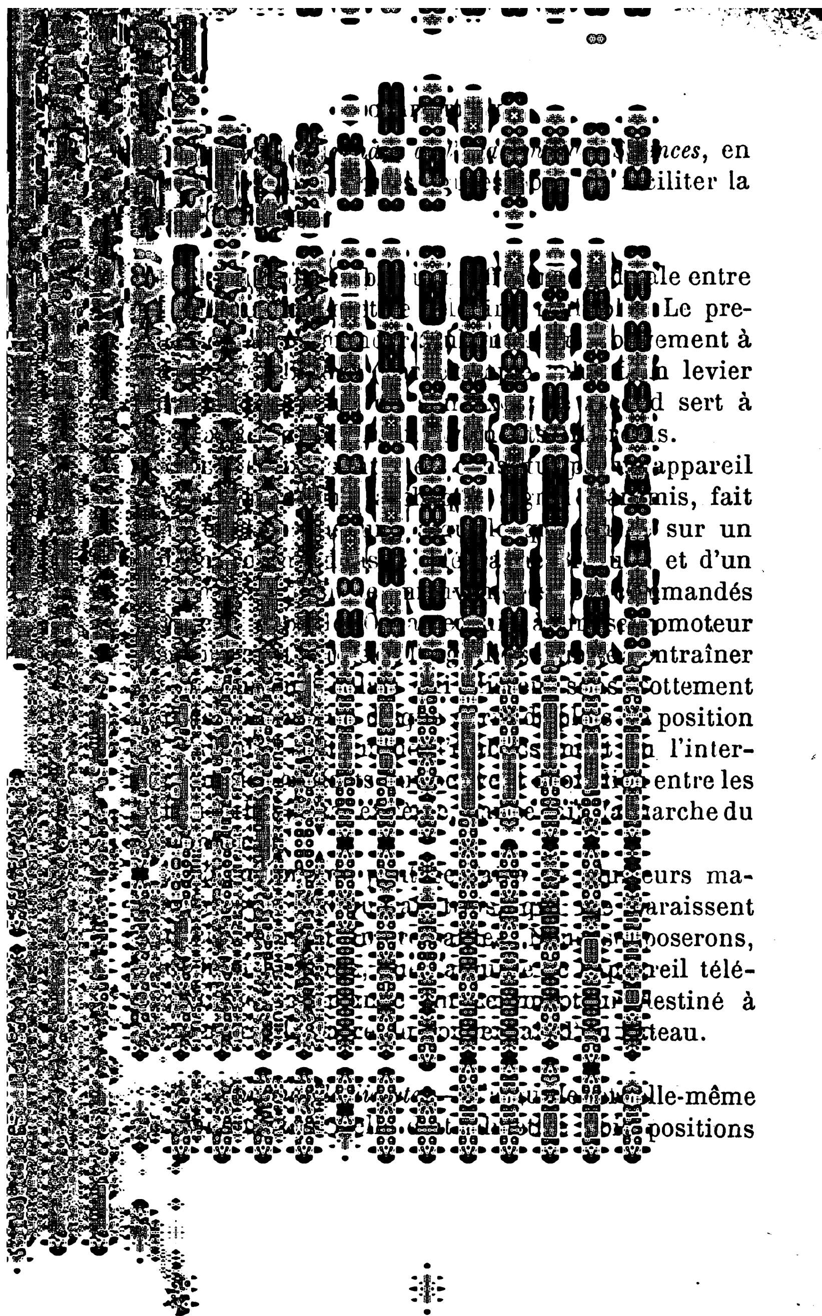
Si cet organe mené est la barre du gouvernail d'un navire ou d'une torpille, on voit que l'on peut le diriger à distance en faisant tomber sur le récepteur du gouvernail des émissions d'ondes longues et courtes.

III. — Le Télékine.

Dans sa séance du 3 août 1903, M. Appell a présenté et fait fonctionner devant l'Académie des Sciences de Paris un appareil imaginé par M. Torrès, ingénieur au corps des Ponts et Chaussées d'Espagne, et que l'auteur appelle *le Télékine*.

Cet appareil permet de commander à distance un moteur au moyen de la télégraphie sans fil; il peut même actionner plusieurs machines à la fois et, dans ce cas, il porte le nom de *Télékine multiple*.

Nous donnerons ici le principe de cette organisation telle que l'a décrite M. Torrès dans la Note publiée



nces, en
iliter la

le entre
Le pre-
ement à
n levier
d sert à
s.
appareil
mis, fait
sur un
et d'un
mandés
pmoteur
ntraîner
ottement
position
l'inter-
entre les
arche du

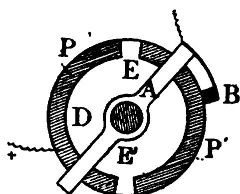
eurs ma-
araissent
poserons,
eil télé-
estiné à
teau.

lle-même
positions

qui correspondent au repos, à la marche en avant et à la marche en arrière du moteur. Cela permettra d'amener chaque fois le gouvernail à la position voulue.

» 2° *Orientation arbitraire du gouvernail par rapport au bateau.* — Sur le même axe que l'aiguille A de l'appareil télégraphique est monté un disque D, en matière isolante (*fig.* 93) qui porte deux plots P et P'

Fig. 93.



en forme d'arc de cercle, embrassant chacun un angle presque égal à deux droits et laissant entre eux deux espaces E, E' diamétralement opposés. Ce disque n'a aucune liaison mécanique avec l'aiguille et peut tourner librement.

L'aiguille porte un balai B qui glisse sur les deux plots P et P'. Un courant électrique, qui passe par le balai et par le plot avec lequel il est en contact, fait que le disque D, commandé directement par le servomoteur, tourne dans un sens quand le contact a lieu avec P et dans le sens contraire quand il a lieu avec P'; cela a pour effet, un moment de réflexion le fait comprendre aisément, de ramener un des espaces E, E', toujours le même, en contact avec le

balai ; en d'autres termes, le disque entraîné par le servomoteur marche de telle sorte que le diamètre E, E′ prend la même orientation que le balai [1].

» 3° *Détermination arbitraire du rhumb du bateau.* — Imaginons un disque Δ qu'on peut orienter arbitrairement, comme le disque D du cas antérieur ; montons une boussole sur l'axe de ce disque, et dans sa périphérie deux butoirs B, B′, entre lesquels est emprisonnée une des extrémités de la boussole, tout en lui laissant un certain jeu, de façon qu'elle ne touche pas les deux butoirs en même temps. La boussole, en touchant un des butoirs, établira un courant et fera marcher le servomoteur dans un certain sens si le courant passe par B, et dans le sens contraire s'il passe par B′ ; le servomoteur agira directement sur le gouvernail et le déviera, dans chaque cas, de façon à faire que le diamètre de Δ équidistant de B et de B′ vienne se placer dans la direction du méridien magnétique. Or, comme on peut orienter arbitrairement ce diamètre par rapport au bateau, on peut, en somme, orienter le bateau par rapport au méridien magnétique.

» Le télékine multiple sert à manœuvrer plusieurs appareils A_1, A_2, A_3, ..., avec une seule ligne de télégraphie sans fil. Pour faire que chaque signal agisse sur l'appareil auquel il est destiné, et non pas sur un autre, on met à profit la différence de durée de ces signaux, différence analogue à celle qui existe

---

(1) Le principe de ce mécanisme, imaginé par M. Torrès, est exactement le même que celui du servomoteur de la jonction Rivals que nous avons décrit précédemment.

[illegible] orse. [illegible] teur, [illegible] aque [illegible]

[illegible] fait [illegible] mmu- [illegible]

[illegible] l'un [illegible] en [illegible] ment [illegible] vons [illegible] cir- [illegible] sion [illegible]

[illegible] balai [illegible] celui

[illegible]

[illegible] par [illegible] $n^{\text{ième}}$ [illegible]

[illegible] de [illegible] ceux

d'un télékine simple, il va suffire de donner la description sommaire du distributeur.

Ce distributeur (*fig.* 94) comprend : 1° une pièce M, d'inertie relativement considérable, qui porte deux plots P et P', et tend à tourner autour de son axe O sous l'action d'un mécanisme d'horlogerie. Sur l'axe O est montée une roue dentée à rochet que le levier L tournant autour de l'axe *a* empêche de tourner, immobilisant ainsi le mécanisme d'horlogerie (¹).

Le levier L est relié à l'armature B, mobile autour de l'axe *a'*, d'un électro E_1.

La pièce M porte deux plots P et P' qui peuvent, suivant le cas, venir en contact avec le plot ϖ porté par l'armature B.

Tout signal électrique reçu, point ou trait, agit sur l'électro E_1 qui déplace l'armature B et permet le mouvement de la pièce M. Dès que le courant cesse, un ressort antagoniste *r* de l'électro E_1 ramène l'armature B, et, dans ce mouvement de retour, le plot ϖ vient en contact soit avec P, soit avec P'; cela dépend de l'angle parcouru pendant la durée du signal, point ou trait, par la pièce M qui est à entraînement lent à cause de son inertie.

« Quand le courant passe par P, il agit sur le commutateur; quand il passe par P', il agit sur l'appareil A_i qui se trouve en circuit; dans les deux

(¹) La Note de M. Torrès ne comportant aucune figure, il est bien entendu que les figures données dans cet article ne sont que des schémas permettant de se rendre compte de la possibilité d'exécution des mécanismes dont on donne le principe.

cas il agit sur l'électro E_2 dont l'action remet la pièce M dans la position normale, prête à recevoir un nouveau signal.

» Parmi les applications dont le télékine est susceptible, M. Torrès signale les essais de ballons dirigeables et la direction des torpilles « qui serait particulièrement intéressante, si l'on peut obtenir la syntonie du télégraphe sans fil, pour empêcher que l'ennemi puisse envoyer des signaux et perturber la commande de l'appareil. »



BIBLIOGRAPHIE.

A. Bochet, *Sur l'emploi des projecteurs électriques à la guerre.*
Comptes rendus de l'Académie des Sciences.
Cours de l'École supérieure de Télégraphie.

Dumont et Baignères, *Les ascenseurs électriques.*
L'Électricien.
L'Éclairage électrique.
Le Génie civil.

Eric Gerard, *Leçons sur l'Électricité.*

Leblond, *Les Moteurs électriques à courant continu.*
La Lumière électrique.
Revue d'Artillerie.
Revue du Génie.

A. Rivals, *Réglage et organisation du tir des batteries de côte.*

Albert Turpain, *Les applications pratiques des ondes hertziennes.*

Mauduit, *Électrotechnique appliquée.*

Victor Colin, *Installations électriques du croiseur* d'Entrecasteaux.

Plusieurs Notes de la maison Sautter-Harlé.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE II.

Appareils à relais.

CHAPITRE III.

Appareils à relais (*suite*).

CHAPITRE IV.

Appareils à champ tournant.

CHAPITRE V.

Appareils basés sur l'emploi du pont de Wheatstone et des résistances.

CHAPITRE VI.

Appareils basés sur l'emploi de l'étincelle d'induction.

CHAPITRE VII.

Appareils à échappement.

CHAPITRE VIII.

Jonction système Rivals.

[illegible]

[illegible]

37093 — Paris, Imp. Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55.